



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

VoIP Y QoS EN UNA RED CORPORATIVA DE DATOS

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

P R E S E N T A N:

PAULINA CRUZ TORRES
CATALINA RODRIGUEZ GUEVARA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ADALBERTO FCO. GARCÍA ESPINOSA

FACULTAD DE
INGENIERIA



U N A M

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la educación integral que nos proporcionó, que a través de la disciplina nos ha formado como ingenieras de profesión y espíritu.

Nuestro más sincero agradecimiento a Armandito y Adal por el apoyo, tiempo, paciencia, esfuerzo y dedicación a este proyecto. Gracias por habernos brindado su amistad y por transmitirnos sus conocimientos.

A Vic y Fito, por involucrarse en la mejora de este proyecto y por la oportunidad de contar con su valiosa amistad.

A nuestros sinodales, M. I. Fernando Solórzano Palomares, Dr. Miguel Moctezuma Flores, Ing. Joel Villavicencio, Ing. Rodolfo Arias Villavicencio, por su colaboración.

A nuestras familias por su infinito cariño, apoyo y comprensión.

Catalina y Paulina



Introducción.....	i
Objetivo.....	i
Propuesta.....	i
Alcance.....	i

Capítulo 1. Estado actual de las redes de datos en México y el desarrollo de aplicaciones multimedia

1.1 Introducción.....	1
1.2 AT&T.....	3
1.3 TELMEX.....	7
1.4 AVANTEL.....	12
Conclusiones.....	16

Capítulo 2. La red y las nuevas demandas con sus clientes

2.1 Historia de las redes.....	18
2.1.1 Introducción.....	18
2.1.2 Generaciones de redes.....	19
2.1.3 Redes de Área Local (LANs).....	24
2.1.4 Principales Protocolos de Red.....	27
2.2 Las decisiones corporativas y la convergencia. Cambio de mentalidad.....	29
2.2.1 Las decisiones corporativas y la convergencia.....	29
2.2.2 Cambio de mentalidad.....	32
2.2.3 Búsqueda de soluciones.....	33
2.2.4 Voz tradicional (telefonía tradicional).....	35
2.3 Voz sobre Frame Relay.....	47
2.4 Voz sobre ATM (<i>Asynchronous Transmission Mode</i>).....	56
2.5 Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP).....	65

Capítulo 3. Fundamentos de VoIP y QoS

3.1 Introducción.....	73
3.2 VoIP.....	76
3.2.1 H.323.....	80
3.2.2 SIP (<i>Session Initiation Protocol</i>).....	83
3.2.3 MGCP (<i>Media Gateway Control Protocol</i>).....	85
3.3 Calidad de Servicio QoS (<i>Quality of Service</i>).....	87
3.4 Herramientas de QoS y Marcado.....	92
3.4.1 Clasificación de paquetes y Marcado.....	92
3.4.2 Administración de la Congestión.....	96
3.4.3 <i>Policing y Shaping</i>	103
3.4.4 <i>Congestion Avoidance</i>	105
3.4.5 Enlace Eficiente.....	107
Conclusiones.....	108

Capítulo 4. Definición de proyecto piloto: VoIP

4.1 Descripción de la red.....	109
4.1.1 Arquitectura.....	110
4.1.2 Cobertura.....	111
4.1.3 Esquema de enrutamiento.....	112
4.2 Definición de la problemática a solucionar.....	116
4.3 Solución <i>IP-Telephony</i>	116
4.3.1 Introducción solución <i>IP-Telephony</i>	116
4.4 Descripción de solución Cisco <i>IP-Telephony</i>	117
4.5 Requerimientos de Hardware y Software.....	117
4.5.1 <i>Cisco CallManager</i>	117
4.5.2 <i>IP SoftPhone</i>	118
4.5.3 <i>Conference Bridge</i>	118
4.6 Diseño.....	119
4.6.1 Servicios a ofrecer.....	119
4.6.2 Perfiles de usuario.....	120
4.6.3 Plan de marcación.....	122
4.6.4 Integración con la PSTN.....	122

4.6. 5 Retardo de la Codificación.....	124
4.6.6 Calculo del ancho de banda demandado con G.729 sobre Ethernet y HDLC.....	125
4.6.7 Calculo del tráfico por nodos.....	126
4.7 Esquema de Calidad de Servicio (QoS).....	129
4.7.1 Manejo de la congestión.....	129
4.7.2 Marcado de paquetes.....	129
4.7.3 Prevención de la congestión.....	129
4.7.4 Clases de servicio de QoS.....	130
4.8 Adecuación de la red.....	130
4.8.1 Análisis de infraestructura.....	131

Capítulo 5. Estrategia de implementación

5.1 Definición de fases y alcance de cada una.....	134
5.2 Requisición del equipo.....	134
5.3 Instalación de equipo.....	134
5.4 Configuración del equipo.....	135
5.5 Pruebas.....	135
5.6 Capacitación a los usuarios.....	135
5.7 Fase I.....	135
5.7.1 Implementación de fase I.....	135
5.7.1.1 Solicitud del equipo.....	135
5.7.1.2 Adecuación de la red.....	136
5.7.1.3 Configuración del equipo.....	136
5.7.1.4 Período de estabilización del servicio.....	136
5.7.1.4 Capacitación a los usuarios.....	136
5.7.1.5 Tiempo de entrega.....	136
5.8 Fase II.....	137
5.8.1 Implementación de fase II.....	137
5.8.1.1 Solicitud de enlaces.....	137
5.8.1.2 Solicitud del equipo.....	137
5.8.1.3 Instalación de equipo.....	138
5.8.1.4 Recepción de enlaces.....	138
5.8.1.5 Configuración del equipo.....	138

5.8.1.6 Activación de servicios de telefonía IP.....	138
5.8.1.7 Activación de QoS.....	138
5.8.1.8 Período de estabilización del servicio.....	138
5.8.1.9 Capacitación a los usuarios.....	139
5.8.1.10 Tiempo de entrega.....	139
5.9 Calendario de Actividades.....	140
5.10 Fase III.....	145

Capítulo 6. Conclusiones y Reflexiones

Conclusiones y Reflexiones.....	146
Glosario.....	148
Anexos.....	153
Bibliografía y Referencias.....	156

INTRODUCCIÓN

La red LINATEL esta en constante crecimiento y actualmente sólo ofrece servicios de transmisión de datos. Dado que LINATEL transmite datos a través del Protocolo de Internet (IP) es posible crear una red convergente, de tal forma que se aproveche la infraestructura al máximo.

Además cada vez existen más proveedores que ofrecen servicios de voz y datos, las cuales resultan ser más competitivas con otros sectores, por ello se toma la decisión de hacer un plan estratégico para implementar una red convergente en LINATEL.

Objetivo

Planeación e implementación de estrategia para soporte de servicio de transporte de tráfico multimedia en una red corporativa de datos.

Propuesta

Por medio del presente trabajo se pretende determinar cuales son las nuevas demandas de los clientes hacia su proveedor de servicio de red. Con base en los resultados obtenidos de este análisis se diseñará la estrategia a seguir para lograr que la red de datos en estudio sea capaz de satisfacer estas nuevas necesidades convirtiéndose así en una red multiservicio creando de esta manera una ventaja competitiva sobre otras empresas del sector.

Alcances

El alcance de este presente trabajo es el diseño de un plan estratégico para un *carrier* que ofrece servicios de transmisión de datos, de tal manera que se convierta en una red que mediante el mismo medio transporte voz y datos.

Organización de los capítulos

En el primer capítulo “*Estado actual de las redes de datos en México y el desarrollo de aplicaciones multimedia*” se presenta un análisis general del estado actual de las redes de datos, así como los servicios que ofrecen algunos *carriers*.

En el segundo capítulo “*La red y las nuevas demandas con sus clientes*”, se describe la historia de las redes, además se explica la necesidad de tener una red convergente o multiservicio dentro de un corporativo y por último las soluciones para integrar la red.

El capítulo tres *“Fundamentos de voz sobre IP”*, describe de manera detallada esta tecnología, incluyendo temas como protocolos de Internet, señalización y calidad de servicio (QoS).

El capítulo cuatro *“Definición de proyecto piloto: VoIP”*, se define el proyecto piloto y estrategia de diseño para el corporativo LINATEL.

El capítulo cinco *“Estrategia de implementación”*, aquí es donde se describen las diferentes fases que son necesarias para llevar a cabo la estrategia de diseño definida en el capítulo anterior.

Finalmente el capítulo seis relativo a *“Conclusiones y reflexiones”*.

CAPÍTULO 1

Estado actual de las redes de datos en México y el desarrollo de aplicaciones multimedia

1.1 Introducción

En un principio, las computadoras resultaban ser elementos aislados, pero a medida de que las empresas crecieron fue necesario unirlos, por lo que se formaron las redes de cómputo y ahora este es el medio de comunicación más importante para transmitir información, el cual debe ser confiable y eficaz.

El área de redes está convergiendo rápidamente debido al progreso de la tecnología y las diferencias de transmisión de información. Cada vez las empresas extienden sus oficinas sobre un área amplia y esperan ser capaces de enfrentar esta situación. Al crecer las demandas de comunicación es necesario aumentar las tecnologías de información de tal manera que sean más avanzadas y de alta calidad, es por ello que ahora es recomendable que las empresas estén actualizadas e implementen estrategias adecuadas para hacer redes convergentes, pues los avances de tecnologías de conectividad pone de manifiesto la necesidad de explorar nuevas formas de comunicación y que incrementen su infraestructura a bajos costos.

Durante las dos primeras décadas de la existencia de las redes de datos, los sistemas de cómputo eran altamente centralizados, por lo general. La fusión de las computadoras y las comunicaciones han tenido una profunda influencia en la forma en que los sistemas de cómputo se organizan. El concepto de “centro de cómputo” como cuarto con una gran computadora a la cual los usuarios traen sus trabajos para procesar, es ahora totalmente obsoleto; el viejo modelo de una sola computadora que atendía todas las necesidades de una organización de las computadoras ha sido reemplazado por uno en el cual un gran número de redes de computadoras separadas pero interconectadas hacen el trabajo. Estos sistemas se llaman redes de computadoras o de datos.

En términos generales el objetivo principal de las redes de datos es el de compartir recursos y la meta es que todos los programas, el equipo y especialmente los datos estén disponibles para cualquiera en la red, sin importar la localización física de los recursos y de los usuarios.

Por otra parte cuando dos computadoras, compañías u organizaciones ubicadas cerca una de otra se necesitan comunicar con frecuencia lo hacen mediante una Red LAN (*Local Area Network*) y esto será suficiente, pero cuando éstas se encuentran lejanas, las redes deben ser basadas en diseños de comunicación ya existentes como pueden ser las instalaciones telefónicas, en particular la PSTN (*Public Switched Telephone Network*, Red Telefónica Pública Conmutada). Estas redes fueron diseñadas hace mucho tiempo con la finalidad de transmitir voz, pero el viejo plan telefónico POTS (*Public Old Telephone Switch*) es basado en la conmutación de circuitos. La mayor debilidad es que la PCM (*Pulse Code Modulation*) de voz es transportada y conmutada en canales dedicados: durante una llamada, el

circuito establecido es reservado exclusivamente para el que llama. Las limitaciones del “POTS” pueden ser superadas por la telefonía de paquetes que puede ser definida como el transporte de voz sobre redes de datos basadas en paquetes.

Actualmente las redes de voz y datos han convergido en una sola, es decir se unen en un mismo medio para poder transmitir voz, datos, audio y video creando así una red multiservicios.

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP (*Internet Protocol*), tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir voz sobre IP.

Las tecnologías de paquetes de voz están encaminadas a la entrega simultánea de voz y datos sobre una red de datos unificada. Esta convergencia de voz y datos es ahora una realidad con tres soluciones principales:

- *Voice Over Frame Relay (VoFR)*
- *Voice Over ATM (VToAM)*
- *Voice Over IP (VoIP)*

Nuestro caso de estudio del presente trabajo, es el de implementar estrategias para la instalación de VoIP en una red de datos, por lo que es necesario conocer los servicios y soluciones que ofrecen algunas empresas para la transmisión de datos para así tener una visión de las redes actuales en México.

A continuación se presentan los diferentes servicios y soluciones de Internet y datos que ofrecen las empresas AT&T, Avantel y Telmex.

1.2 AT&T

ALESTRA es la compañía que presta servicios de larga distancia nacional e internacional AT&T a los hogares y empresas de México. Los servicios de datos que ofrece la empresa ALESTRA incluyen Líneas Privadas Digitales, Frame Relay, GSDS.

SERVICIOS	INTERNET DEDICADO	INTERNET DE ALTA CAPACIDAD	INTERNET DIAL UP	DATOS
COBERTURA	Acceso ilimitado a la red mundial	Nacional e Internacional.	*57 ciudades en México 150 países *Tasa de conexión de llamadas superior al 95%.	No esta disponible esta información
TECNOLOGIAS	*Líneas privadas *Frame Relay	No esta disponible esta información.	No esta disponible esta información	*Líneas Privadas digitales (MPLS) *Frame Relay (35 ciudades de México) *Aria SDS/GDS
COSTO	Varía en la localidad donde se encuentre	Varía en la localidad donde se encuentre	Varía en la localidad donde se encuentre	Varía en la localidad donde se encuentre
VELOCIDAD	64Kbps-155Mbps *Garantía de disponibilidad de la red IP > 99.98% *Pérdida de paquetes de la red IP < 1% *Retardo (<i>delay</i>) de la red IP < 50 ms.	*E3 (34.36Mbps) *T3(45Mbps) *STM-1(155Mbps)	Alta velocidad de Acceso	No esta disponible esta información

Tabla 1.1

Servicio de Líneas Privadas Nacionales

➤ Tarifas de Circuito Internodal Nacional.

Es el circuito establecido entre dos POPs de la red de Alestra ubicados en territorio nacional. Esta tarifa aplica exclusivamente para servicios de líneas privadas nacionales cuando los puntos a enlazar están ubicados en las mismas localidades que los POPs de Alestra. La tarifa sólo presenta la componente por el circuito Internodal y para el cálculo de distancias deberán considerarse distancias aéreas entre las dos localidades.

➤ Tarifas de Circuito Internodal Metropolitano.

Esta tarifa aplica exclusivamente para servicios de líneas privadas metropolitanas cuando los puntos a enlazar están ubicados en la misma ciudad de cualquiera de las ciudades donde Alestra tiene infraestructura propia. La tarifa sólo presenta el cargo fijo de la componente por el circuito Internodal metropolitano, en este caso no se aplican cargos por distancia.

Servicio AT&T FRAME RELAY

➤ Servicios *AT&T Frame Relay* Nacional

- Cargos de Instalación Servicio AT&T Frame Relay Nacional.
 - Cargos de Instalación de Puertos.

Velocidad de Puerto	Precio de instalación pesos
de 64 kbps a 192 kbps	\$ 1,700.00
de 256 kbps a 320 kbps	\$ 2,500.00
de 384 kbps o más	\$ 4,000.00

Tabla 1.2

Pago único inicial por la instalación e implementación del servicio. Pago único inicial por la instalación e implementación del servicio. Los cargos por este concepto dependen de su velocidad y tipo.

Para Líneas Privadas Digitales

Velocidades disponibles

El servicio AT&T Líneas Privadas Digitales se ofrece con una amplia gama de velocidades, lo que permite satisfacer las necesidades de comunicación de cada compañía.

E0: Enlaces digitales dedicados con una velocidad de 64 Kbps.

NxE0: Enlaces digitales dedicados con velocidades múltiples de 64 Kbps Velocidades típicas: 128, 256, 384, 512, 768 y 1024 Kbps.

E1: Enlaces digitales dedicados con una velocidad efectiva de 1920 Kbps para aplicaciones de voz y 1984 Kbps para aplicaciones de voz, datos y vídeo.

E3: Enlaces digitales dedicados “no-estructurados” con una velocidad de 34 Mbps.

T3/T45: Enlaces digitales dedicados “no-estructurados” con una velocidad de 45 Mbps.

STM-1/T155: Enlaces digitales dedicados “no-estructurados” con una velocidad de 155 Mbps.

AT&T Internet Total

AT&T Internet Total le brinda el servicio de Internet Dedicado (desde 64 Kbps hasta 2048 Kbps) en el mercado.

Características de la Red de Internet AT&T:

- 6 *Core Routers* y 9 *Access Routers*.
- Redundancia de enlaces entre *Core* y *Access Routers*.
- 4 Salidas Internacionales a nivel STM-1.
- 5 Acuerdos de Interconexión con los principales carriers.
- 5 *Switches Catalyst* de distribución.
- Conexión del IDC en Guadalajara a nivel GB *Ethernet*.
- Cache Engine Servers.
- Red Certificada por *Cisco Powered Network*.

La Red IP AT&T garantiza la confiabilidad de su servicio con la más alta tecnología y capacidad de red.

AT&T se compromete a mantener los siguientes parámetros de desempeño de la red IP:

- Disponibilidad de la red IP > 99.99 %.
- *Delay* de la red IP < 80 ms (Red Nacional + Internacional).
- *Delay* de la red IP < 50 ms (Red Nacional).
- Pérdida de Paquetes en toda la red IP > 1 %.
- Red IP certificada por *Cisco Powered Network*.

En cuanto a la calidad de servicio (QoS) que ofrece AT&T se tienen dos niveles:

Básico: Se utiliza equipo existente o adquirido por su empresa. Su empresa provee, instala y mantiene el CPE. AT&T configura y administra el desempeño del CPE. El punto de demarcación del servicio se encuentra antes del enrutador.

Avanzado: Se utiliza equipo enrutador provisto por AT&T.

Beneficios

- Conexión a Internet permanente.
- Sin tonos de ocupado y desconexiones.
- Conexión simultánea para todos los usuarios en la red LAN.
- Conexión a través de línea privada o también mediante servicio de Frame Relay existente.
- Renta fija mensual de acuerdo al ancho de banda.
- Alto desempeño al conectarse a una de las redes IP más grandes del mundo.
- Se facilita la implantación de proyectos de comercio electrónico, acceso remoto, atención a clientes, etc.
- El Acceso Dedicado es un servicio que permite el transporte de la información digital entre las instalaciones del cliente y un Punto de Presencia (POP) de AT&T.
- El acceso a través de proveedor alternativo es percibido por el cliente como si fuera directo con AT&T.
- Con MIS, las empresas obtienen un servicio de administración de Internet de punta a punta, que le permitirá disfrutar de una conectividad confiable con el alcance y flexibilidad que se requiera. Al delegar la administración del equipo terminal a AT&T, su empresa puede enfocarse en áreas más estratégicas de su negocio, mientras que al mismo tiempo ahorra recursos al tener una óptima operación de su sistema de Internet.

También ofrece los servicios de:

- Enrutadores
- *Hosting*
 - *Hosting* Virtual
 - *Hosting* Dedicado
 - *Hosting* Coubicado
- Internet
- *Firewall* basado en Red
- *Firewall* basado en Servidor
- *Firewall* basado en Enrutador
- Túneles de VPN (encriptación IPSec)
- *Streaming*

Este último se refiere al servicio de multimedia (solo audio y video):

Streaming

AT&T *Streaming* es un servicio dirigido a las empresas que desean transmitir contenido multimedia por medio de una red de datos, mediante la cual este contenido se reproduce conforme llega al cliente final.

AT&T *Streaming* permite a su empresa habilitar soluciones de tipo *WebCast* en vivo y bajo demanda, reforzar la comunicación corporativa interna y externa mediante el uso de audio y video, enriquecer el contenido de catálogos de venta electrónica (*e-commerce media streaming application*), *e-learning*, etc.

El servicio de AT&T *Streaming* se ofrece en las siguientes dos modalidades:

Streaming bajo demanda (*On Demand*). El más utilizado, que consiste en la codificación de un contenido bajo un formato específico, que se almacena en un servidor, para que los usuarios puedan visualizarlo en el momento oportuno y todas las veces que lo deseen.

Streaming en vivo (*Live Event Broadcast*). Consiste en la transmisión directa de un evento que está ocurriendo en ese momento, tales como conciertos, programas de televisión o radio, conferencias, etc.

1.3 TELMEX

Telmex es la compañía líder de telecomunicaciones en América Latina, con operaciones en México, Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Perú y Estados Unidos.

Telmex y sus subsidiarias ofrecen un amplio rango de servicios avanzados de telecomunicaciones, que incluyen transmisión de voz, datos y video, acceso a Internet y soluciones integrales para clientes de la pequeña y mediana empresa, así como para grandes corporativos internacionales, gracias a la gran capacidad técnica y de cobertura que brindan sus redes de acceso y transporte, que le han permitido un alto e interrumpido nivel de crecimiento en los servicios que ofrece.

Servicios de Internet

SERVICIOS DE INTERNET	COBERTURA	TECNOLOGIA	VELOCIDAD	PRECIO
Prodigy directo empresarial	Más de 228 poblaciones, con 10 salidas internacionales	*Acceso Dedicado *Valor agregado: Data Center, Caching, Distribución de contenido. *Acceso con equipo: Puerto extendido LAN inalámbrica	5 Gbps de salida internacional	Depende de los nodos necesarios, así como la velocidad.
Prodigy infinitum	No esta disponible esta información	ADSL	50 veces más rápido que un Dial up	No esta disponible esta información
Prodigy infinitum empresarial	3500 poblaciones de México y 750 EU	No esta disponible esta información	La velocidad de transmisión es gobernada por la velocidad del acceso de cada sitio público. Entre 2.4 y 5 GHz bandas de radio, con una velocidad de transmisión de 11 Mbps (802.11b)	No esta disponible esta información
Prodigy Móvil	3500 poblaciones de México y 750 EU	802.11b (WiFi)	No esta disponible esta información	*Desde \$49.99 al mes. *Si cuentas ya con Prodigy Infinitum \$0 por promoción. *Si cuentas ya con Prodigy DialUp: Paquete Móvil Internet \$ 99.99 +IVA *Si cuentas ya con Prodigy Turbo: Paquete Móvil Turbo \$ 99.99 +IVA. *Prodigy Móvil \$ 199.99 + IVA
Prodigy Internet	En más de 1,100 poblaciones de toda la República Mexicana y Estados Unidos, con <i>roaming</i> gratuito.	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información

Tabla 1.3a

Continuación

SERVICIOS DE INTERNET	COBERTURA	TECNOLOGIA	VELOCIDAD	PRECIO
Prodigy Internet	En más de 1,100 poblaciones de toda la República Mexicana y Estados Unidos, con <i>roaming</i> gratuito.	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Prodigy y computadora	Más de 3500 ciudades en México y 750 en Estados Unidos	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Prodigy Hospitality	No esta disponible esta información	Tecnología inalámbrica WiFi	No esta disponible esta información	Para una cotización debe de contactar a su ejecutivo, para poder agendar un levantamiento donde se realizará un recorrido en los lugares del sitio, donde quiera contar con cobertura inalámbrica WiFi, dicho recorrido servirá al ingeniero, para dar a conocer algunas condiciones de la instalación de la solución.
Prodigy Pymes	No esta disponible esta información	ADSL	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información

Tabla 1.3b

Servicio de Datos

SERVICIOS DE DATOS	COBERTURA	TECNOLOGIA	VELOCIDAD	PRECIO
Frame Relay	*Cualquier parte de México. *Para Frame Relay Internacional se tiene una ÚNICA red eficiente entre localidades de México, Estados Unidos/Canadá y/o Resto del Mundo.	*Frame Relay Dedicado	*La comunicación entre dos localidades se realiza a través de conexiones lógicas (Circuitos Virtuales Permanentes, CVP), las cuales son definidas sobre el medio físico, y podrán ser de las siguientes capacidades: 10, 16, 20, 32, 40, 48, 64, 96, 128, 192, 256, 384, 512, 768, 1024 y 1792 Kbps., a nivel nacional y de 16, 32, 64, 128, 256, 384, 512, 768 y 1024 Kbps a nivel internacional.	Para PVC de Respaldo no tiene gastos de contratación, solo una renta mensual equivalente al 30% del precio vigente del PVC Normal equivalente.
IP	No esta disponible esta información	*RPV Multiservicios. *RPV Conmutado. *Puerto Extendido RPV Multiservicios.	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Lada enlaces	Local, Nacional e Internacional	No esta disponible esta información	64 Kbps ,128 Kbps ,192 Kbps ,256 Kbps ,384 Kbps, 512 Kbps ,768 Kbps, 1024 Kbps , 2048 Punto a Punto (PP) ,2048 Punto-Multipunto (PMP)	No esta disponible esta información

Tabla 1.4

Telmex ofrece servicios profesionales como:

- Análisis de Redes
- Contratos de Mantenimiento
- Instalaciones
- Pago por evento

Soluciones y Equipamiento:

- Opciones Telmex
- Equipa Mas
- *Call center*

Prodigy Data Center:

- Co-Ubicación
- Almacenamiento y respaldo de información
- Monitoreo de sistemas
- Administración de sistemas
- Transmisión de audio y video vía Internet

Características de la Red Telmex

Características

Priorización en el transporte de información

➤ Diferenciar por tipo de tráfico cursado (Datos, Datos de Misión Crítica y Voz/Video). Esta es la principal característica de la red RPV IP MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) y lo que constituye su ventaja competitiva contra las demás tecnologías de transporte.

Convergencia

➤ Una sola infraestructura 100% IP, basada en arquitectura MPLS, para el transporte diferenciado de información de cualquier tipo, incluyendo telefonía.

Confiabilidad

➤ **RPV Multiservicios cuenta con un alto nivel de disponibilidad continua dentro del *backbone* del 99.99%**, al tener en toda la red de transporte una redundancia completa en enlaces y equipos, incluyendo los Enrutadores Frontera, Enrutadores Sectoriales, Regionales y Enlaces internos.

Escalabilidad

➤ Gran flexibilidad para implementar anchos de banda, prioridades, accesos remotos, nuevos servicios y aplicaciones de valor agregado.

Conectividad en malla (todos vs. todos)

- Posibilidad de comunicarse con cualquier sitio que pertenezca a su RPV sin necesidad de pasar por un sitio central.

Soporte calificado

- Atención y asesoría con personal calificado 7x24 los 365 días del año.

Ancho de banda comprometido

- Por cada tipo de calidad de servicio dentro de la red, se conoce como CAR (*Committed Access Rate*).

Seguridad

- La red RPV Multiservicios es totalmente segura ya que *no toca la infraestructura de Internet*

Calidad de Servicio (QoS)

Clase de Servicio QoS: Tipo de tráfico contratado por el cliente, se manejan 3 clases de servicio:

- Datos: (QoS 1). Transporte de datos sin sensibilidad al retardo (no prioritarios), como puede ser correo electrónico, transferencia de archivos, respaldos, consultas a bases de datos, etc.
- Datos Críticos SNA: (QoS 2). Transporte de datos de misión crítica, como ERP (*Enterprise Resource Program*), CRM (*Customer Relationship Management*) o BI (*Business Intelligence*), ejemplos serían: SAP, *People Soft*, *Baan*, *Teradata*, *MFG PRO*, *Sybase*, *JD Edwards*, etc.
- Voz/Video: (QoS 3). Transporte de aplicaciones sensibles a retardos, como puede ser el transporte de voz y del video, ejemplos: Voz sobre IP, telefonía IP, Videoconferencia, *Broadcast*, etc.

1.4 AVANTEL

Caracterizada desde un inicio por su espíritu pionero, el 12 de agosto de 1996 **Avantel** inauguró su red al realizar la primera llamada de larga distancia que se hiciera en nuestro país en un ambiente de libre competencia.

Año con año, **Avantel** continúa expandiendo sus operaciones e invirtiendo en México. Asimismo, ha incrementando el tráfico de minutos que cursa por su extensa red de cerca de 8,000 kilómetros de fibra óptica, que se distingue por incorporar tecnología de punta y ser una de las más avanzadas en el ámbito mundial, y enriquece su amplia gama de servicios de valor agregado de clase mundial para satisfacer las necesidades del mercado.

Servicios Avantel

SERVICIOS	COBERTURA	PRECIO	VELOCIDADES
Internet Corporativo Conexión de alta capacidad, la cual cuenta con total redundancia	No esta disponible esta información	*Cargos de instalación por acceso local y por puerto de Internet *Renta mensual correspondiente al acceso local y al puerto de Internet	No esta disponible esta información
Internet Suite Mensajería a través de Internet	11 principales ciudades de México	*Básico: \$15 MXN Correo+Antivirus/AntiSpam+Agenda y Calendario *Avanzado \$40 MXN Lo anterior mas asistente virtual	No esta disponible esta información
VPN Acceso Remoto Red privada virtual de datos montada sobre una infraestructura publica de Internet	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Centro de Datos Coubicación y hospedaje compartido (<i>web hosting</i>) Acceso dedicado y conmutado, redes privadas virtuales (VPNs) o correo corporativo	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Internet Community Access Servicio de conexión a Internet a sus usuarios	57 ciudades dentro de la Republica Mexicana	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Multimedia Servicio para difundir audio y video por la red	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información

Tabla 1.5a

SERVICIOS	COBERTURA	PRECIO	VELOCIDADES
Internet Corporativo Conexión de alta capacidad, la cual cuenta con total redundancia	No esta disponible esta información	*Cargos de instalación por acceso local y por puerto de Internet *Renta mensual correspondiente al acceso local y al puerto de Internet	No esta disponible esta información
Internet Suite Mensajería a través de Internet	11 principales ciudades de México	*Básico: \$15 MXN Correo+Antivirus/AntiSpam+Agenda y Calendario *Avanzado \$40 MXN Lo anterior mas asistente virtual	No esta disponible esta información
VPN Acceso Remoto Red privada virtual de datos montada sobre una infraestructura publica de Internet	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Centro de Datos Coubicación y hospedaje compartido (<i>web hosting</i>) Acceso dedicado y conmutado, redes privadas virtuales (VPNs) o correo corporativo	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Internet Community Access Servicio de conexión a Internet a sus usuarios	57 ciudades dentro de la Republica Mexicana	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información
Multimedia Servicio para difundir audio y video por la red	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información	No esta disponible esta información

Tabla 1.5b

Precios de Frame Relay Nacional:

Instalación de Puertos	\$ 1,650.00
Instalación de PVC	Sin costo

Tabla 1.6

La tarifa por la renta mensual de puertos Multiservicios IP se establecerá de acuerdo al ancho de banda y al tipo de servicio contratado por el cliente¹.

Multiservicios IP

- Tecnología MPLS que permite crear VPNs con QoS.
- Monitoreo de enlaces vía Web.
- Diferenciación de aplicaciones voz y datos.
- Reducción de pagos de larga distancia para llamadas dentro de la red.
- Seguridad, la comunicación es solo entre miembros de la red privada.
- Comunicación en tiempo real con todos los miembros de la empresa.
- Planes de marcación privado para llamadas dentro de la red.
- Videoconferencias a través de protocolo IP entre miembros de la VPN.
- Tele vigilancia y control de acceso.

Multiservicios IP Misión crítica son servicios de redes privadas virtuales que integran voz, datos y video en una sola conexión basada en el protocolo IP, que garantiza disponibilidad del 99.99% en nodos específicos.

Outsourcing

- Monitoreo coactivo 7x24
- Asistencia *help desk* 7x24
- Libertad para administrar a sus usuarios remotos
- Monitoreo avanzado
- Servicios Administrativos
 - Monitoreo Administrativo
 - Clientes con red de Frame Relay o VPN
 - Monitoreo proactivo y/o re-activo, con cobertura 7x24
 - Administración de Centro de contacto
 - Ofrece el uso de la infraestructura requerida para implementar soluciones de *Contac Center*
- Servicios de Soporte y mantenimiento
 - Mantenimiento de Redes de voz
 - Mantenimiento de Redes de datos
 - Cableado estructurado

Alianzas

- Sun Microsystems y Compaq para soporte de plataformas tales como:
 - Linux, Windows NT/2000 y soluciones de software y hardware avanzadas.

Conclusiones

Los *carriers* o empresas que se analizaron, ofrecen redes multiservicios. Todas resultan ser buena opción en el alquiler de este tipo de redes. Se realizó una comparación de los diferentes servicios donde la mayor parte de la información obtenida fue a través de la página Web de cada una de las empresas, por lo que no todas ofrecen la misma información. Solo se pudieron comparar algunos servicios pues no todas las empresas ofrecen soluciones semejantes.

En el análisis de los servicios que ofrecen estas empresas nos enfocamos a las soluciones de Internet y datos.

En **Avantel** encontramos que ofrece una gran cantidad de servicios de Internet los que consideramos, son suficientes para cubrir necesidades a nivel empresarial y a nivel hogar pero la cobertura que manejan no es tan amplia a nivel nacional. Entre los servicios que destacan son VPN de acceso remoto, Control de datos y Multimedia, también tiene soluciones especiales como monitoreo de enlace vía web, televigilancia, control de acceso, asistencia *help desk* 7x24, soporte y mantenimiento de redes y cableado estructurado, administración, soporte y mantenimiento de la red donde puede ser de manera remota

Para la Red Multiservicios podemos mencionar que se cuenta con una gran gama de servicios como los son, Multimedia, Frame Relay, Videoconexiones y Multiservicios IP. Este último servicio cuenta con una tecnología MPLS que permite crear VPN's con QoS, diferenciación de aplicaciones de voz y datos, y una garantía de disponibilidad en un 99.99%.

En cuanto a los precios que ofrecen dependerá tanto del lugar así como del ancho de banda solicitado. Desgraciadamente no en todos los nodos ofrece la misma disponibilidad, es un *carrier* que ataca principalmente al mercado de Mayores, desarrolla cotizaciones con buenos precios, pero le falta poder de negociación final.

Una desventaja importante de este *carrier* es que el equipo terminal IP que utilizan puede ser más económico pero no tiene el soporte y garantía que ofrecen otras empresas.

De la empresa **AT&T** podemos decir que la información que presenta en su página Web es mas detallada que la anterior y ofrece mayor solución de servicios tanto de Internet como de datos ya sea para pequeñas, medianas empresas y para el hogar. La cobertura que se maneja es muy amplia tanto a nivel nacional como internacional y su red esta certificada por Cisco.

Los servicios destacados de Internet son Internet de alta capacidad, Dedicado y *Dial-Up* además de ofrecer *Hosting*, DNS, e-mail, *Streaming*. Para los servicios de datos al igual que Avantel tiene Líneas Privadas Digitales, Frame Relay con sus variaciones. Sus soluciones integrales son muy

completas pues ofrecen servicios de venta de equipo como enrutadores, Internet, Firewall basado en Red, en Servicio o en Enrutador, además ofrecen planes comerciales que podría resultar una buena opción el obtener algún servicio a un costo menor pues sus soluciones individuales en algunos casos resultan ser mas costosos.

En su red IP se maneja una disponibilidad de la red $> 99.99\%$, con un retardo de la red IP < 50 ms para la red nacional, pérdida de paquetes en toda la red IP $> 1\%$. Por otra parte ellos manejan hasta dos niveles de calidad de servicio, por lo que resulta una característica importante con respecto a otras empresas.

Para **Telmex** encontramos que ofrece una gama amplia de servicios o soluciones para empresas y para el hogar ya sea de voz (telefonía tradicional), datos e Internet. Tiene servicios de ADSL, Wi-Fi para Internet; en cuanto a datos se destaca la red SiBri (es un servicio de telecomunicaciones que consiste en un acceso básico con dos canales de 64Kbps en voz, datos, audio y video), tiene consultaría de datos (monitoreo), ofrece servicios de administración de la red, soporte, almacenamiento y respaldo de información, servicios profesionales como el análisis de redes, instalaciones, contratos de mantenimiento.

En su red Multiservicios Telmex cuenta con tecnologías como Frame Relay e IP. Con la gran ventaja de que la RPV IP MPLS permite poder diferenciar por tipo de tráfico cursado ya sea que se trate de Datos, Datos de Misión Crítica, Voz y Video, por lo que esto resulta ser una ventaja importante con lo que el cobro de clase de servicio es diferenciado y no se cobra por larga distancia. Hablando de QoS %, maneja tres niveles de calidad de servicio, para datos (sin prioridad), Datos críticos, Voz y Video (con prioridad).

Tiene Solución Total, integración con esquemas de *Outsourcing*, arrendamiento de equipos, cableado estructurado, *wireless*, etc. Tiene una disponibilidad del 99.99%. En cuanto a costos se refiere es muy relativo como se ha mencionado pues esto dependerá del proyecto.

Finalmente podemos decir que estos *carriers* pueden dar solución a la instalación de una red con VoIP. Las empresas mencionadas en este estudio son capaces de ofrecer buenos servicios y la elección de ellas dependerá de nuestras necesidades, presupuestos y calidad que se quiera tener.

CAPÍTULO 2

La red y las nuevas demandas con sus clientes

2.1 Historia de las redes

2.1.1 Introducción

Las primeras redes construidas permitieron la comunicación entre una computadora central y terminales remotas. Se utilizaron líneas telefónicas, ya que estas permitían un traslado rápido y económico de los datos.

Durante los años 60's las necesidades de teleproceso dieron un enfoque de redes privadas compuesto de líneas y concentradores locales o remotos que usan una topología de estrella. El concepto de redes de datos públicas surgió simultáneamente. Algunas razones para favorecer el desarrollo de redes de datos públicas es que el enfoque de redes privadas es muchas veces insuficiente para satisfacer las necesidades de comunicación de un usuario dado. La falta de interconectividad entre redes privadas y la demanda potencial de información entre ellas en un futuro cercano favorecen el desarrollo de las redes públicas.

El origen de lo que se conoce como la gran telaraña mundial (*World Wide Web*) se remonta a el período de 1962 a 1964, cuando la agencia ARPA del Departamento de Defensa Americano, bajo la dirección de J.C. Licklider, fomentó la investigación de sistemas de tiempo compartido y a partir de esas investigaciones, L. Roberts propuso, en 1967, la primera red experimental patrocinada por la ARPA, así nació una red informática que conectaba ordenadores localizados en sitios dispersos y que operaban sobre distintos sistemas operativos, de tal manera que cada ordenador se podía interconectar a las computadoras de varios centros de investigación y universidades americanas. Esta red fue entonces diseñada por la firma Bolt, Beranek y Newman y entró en operación al final de 1969, con cuatro nodos.

Se siguieron conectando ordenadores rápidamente a la ARPANET durante los años siguientes y el trabajo continuó para completar un protocolo *host a host* funcionalmente completo, así como software adicional de red. En Diciembre de 1970, el *Network Working Group* (NWG) liderado por S.Crocker acabó el protocolo *host a host* inicial para ARPANET, llamado *Network Control Protocol* (NCP, protocolo de control de red). Cuando en los nodos de ARPANET se completó la implementación del NCP durante el periodo 1971-72, los usuarios de la red pudieron finalmente comenzar a desarrollar aplicaciones.

Se incorporaron moduladores y demoduladores para que, una vez establecido el canal físico, fuera posible transformar las señales digitales en analógicas adecuadas para la transmisión por medio de un módem.

Posteriormente, se introdujeron equipos de respuesta automática que hicieron posible el uso de redes telefónicas públicas conmutadas para realizar las conexiones entre las terminales y la computadora.

A principios de los años 70's surgieron las primeras redes de transmisión de datos destinadas exclusivamente a este propósito, como respuesta al aumento de la demanda del acceso a redes a través de terminales para poder satisfacer las necesidades de funcionalidad, flexibilidad y economía.

Se comenzaron a considerar las ventajas de permitir la comunicación entre computadoras y entre grupos de terminales, ya que dependiendo de el grado de similitud entre computadoras es posible permitir que compartan recursos en mayor o menor grado. La primera red comercial fue la *TransCanada Telephone Systems Dataroute*, a la que posteriormente siguió el *Digital Data System* de AT&T. Estas dos redes, para beneficio de sus usuarios, redujeron el costo y aumentaron la flexibilidad y funcionalidad.

A finales de 1989, el informático británico Timothy Berners-Lee desarrolla la *World Wide Web* para la Organización Europea para la Investigación Nuclear, más conocida como CERN. Su objetivo era crear una red que permitiera el intercambio de información entre los investigadores que participaban en proyectos vinculados a esta organización. El objetivo se logró utilizando archivos que contenían la información en forma de textos, gráficos, sonido y vídeos, además de vínculos con otros archivos. Este sistema de hipertexto fue el que propició el extraordinario desarrollo de Internet como medio a través del cual circula gran cantidad de información por la que se puede navegar utilizando los hipervínculos.

Por ultimo el fuerte y rápido desarrollo de las redes que nos llevan a las actuales redes de contenido (*Content Networking*) las cuales forman parte de la nueva generación de Internet y permiten a las organizaciones conseguir un mayor rendimiento de sus redes y, a su vez, reducir sus costos. Las empresas pueden ahora llevar sus iniciativas en *E-learning*, *E-commerce* y *E-communication* a un nivel de vanguardia mediante la incorporación de medios y otros recursos de gran ancho de banda para incrementar las ventas y la productividad.

Las redes de contenido son redes virtuales, cuyo direccionamiento y ruteo se basa en la descripción del contenido en lugar de su ubicación; tienen por lo tanto la flexibilidad de crear una topología virtual propia, no importando la red física subyacente: por ejemplo, dos nodos conectados en la red virtual pueden estar muy alejados en la red física. Los nodos que pertenecen a dicha red virtual son llamados nodos de red o nodos de contenido.

2.1.2 Generaciones de redes

Debido a los avances de la tecnología de telecomunicaciones y al gradual aumento de los servicios que las redes entregan a los usuarios, se puede apreciar una evolución de las redes al aprovechar los beneficios que la tecnología ofrece para poder brindar a sus productos todas las capacidades que a lo largo del tiempo fueron apareciendo. De este modo se observan tres etapas o generaciones que dividen su progreso.

Primera Generación

El desarrollo de una red basado en el método CSMA-CD (*Carrier Sense Multiple Access-Collision Detection*) dio origen a la primera generación, ella fue la red Ethernet. El desarrollo de la red *Ethernet* basado en una estructura tipo bus y otras redes basadas sobre estructuras tipo anillo llevó a organismos de normalización a estandarizar tales redes bajo la norma IEEE 802.

Las redes LAN (*Local Area Network*) de primera generación tienen características comparables en términos de velocidad 5-15 Mb/s, alcance o cobertura de unos cientos de metros y unas cuantas docenas de estaciones conectadas. Ellas ofrecen al mercado diferentes características de desempeño, competitivas y enfocadas a satisfacer las diferentes necesidades del consumidor. Es así que *Ethernet* gana en ambientes de oficinas y campus debido a su bajo costo de instalación, manutención y a su buena tolerancia a fallas. Por otro lado *Token Ring* y *Token Bus* ofrecen mejores garantías en retardos de tiempo, por eso soportan mejor el tráfico en tiempo real.

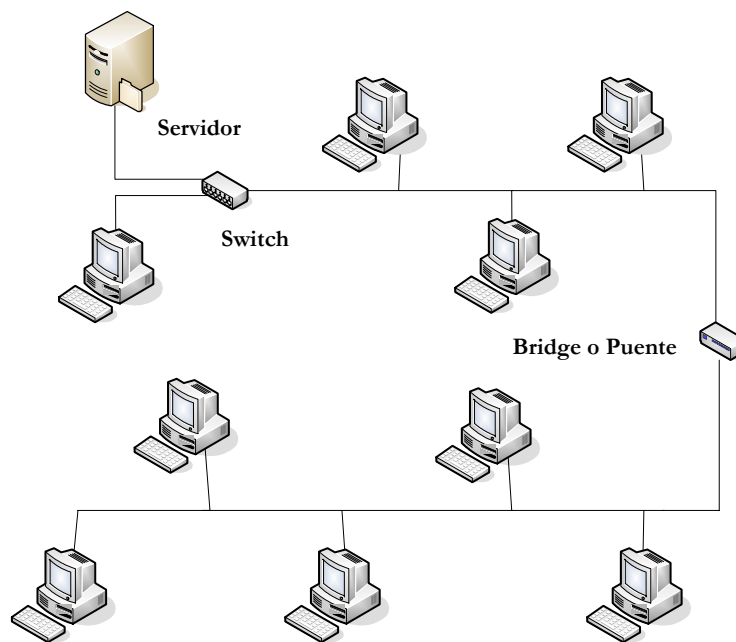


Figura 2.1 Estructura de red LAN Ethernet

El método de control de acceso al medio que poseen redes Ethernet es el CSMA-CD en donde las estaciones conectadas al bus están permanentemente escuchando el canal hasta encontrarlo libre, momento en el que empiezan a transmitir. Además, con la posibilidad de detectar colisiones se mantiene una seguridad en las transmisiones que se realizan.

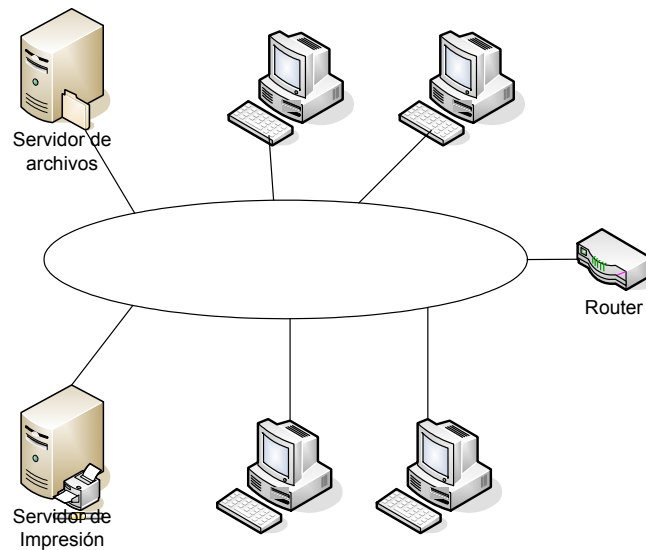


Figura 2.2 Estructura de red LAN Token Ring

La red *Token Ring* se vale de una señal o *token* para otorgar la prioridad de acceso a la red. Es un método utilizado ampliamente, y se encuentra estandarizado en el IEEE 802.5. En la red existe un *token* que va pasando de una estación a otra en el anillo e incluye en su interior un indicador para señalar si la red está ocupada o no. Si algún nodo desea transmitir datos y el testigo se encuentra libre, la estación capturará el control del anillo, convirtiendo el *token* en un indicador de comienzo de trama de usuario, al que se le añadirán los campos de datos y control y se enviará a la siguiente estación en el anillo.

Cada estación debe examinar el testigo. Si comprueba que se encuentra ocupado, deberá regenerarlo y entregarlo a la siguiente estación. Únicamente copiará sus datos si ellos deben ser entregados a la aplicación de usuario conectada a ese nodo en concreto. Cuando la información regrese de nuevo al nodo de partida, el *token* volverá a inicializarse y se insertará en la red.

Segunda Generación

A comienzo de los 80's, dos desarrollos separados se unieron para iniciar una nueva generación de LANs (*Local Area Network*) y MANs (*Metropolitan Area Network*); el rápido desarrollo y avance en la fibra óptica y la aparición de aplicaciones de muy alta velocidad en áreas locales y metropolitanas.

En primer lugar, la fibra óptica, se consigue fabricarlas a costos cada vez mas reducidos con atenuaciones más bajas. También se obtienen transmisores de mejor calidad (láser) y mejores receptores ópticos. En segundo lugar, se nota un aumento de LANs privadas y la creciente necesidad de interconectarlas mediante redes metropolitanas utilizando un *backbone* de alta velocidad. También hay un aumento en la demanda de servicios de voz, datos y video integrado en una red de comunicaciones.

Para satisfacer tales requerimientos una nueva familia de redes aparece con velocidades de datos del orden de 100 Mb/s y mayores, con una gran cobertura física sobre los 10 km. y con la habilidad de soportar centenas de estaciones conectadas a ella. Otra buena característica es su recuperación a fallas, importante cuando los enlaces cubren grandes trayectos, lo que implica un control de operación bastante robusto para entregar una buena seguridad a la red. El camino más natural para cumplir el nuevo desafío es partir lógicamente por las LANs de primera generación, reemplazando su cableado de soporte por fibra y modificando sus protocolos, removiendo sus limitaciones de longitud y ancho de banda. Esto es exactamente lo que sucedió en el caso de la configuración topológica en anillo.

FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) apareció para utilizar la estructura, la cual es capaz de transmitir información a 100 Mb/s, utiliza un anillo de fibra multimodo e implementa un protocolo multitoken en el que todas las estaciones pueden agregar sus tramas en una cola tras el testigo, formando un tren, mejorando así las limitaciones de *Token Ring* IEEE 802.5 al reservar el testigo por un solo usuario en una comunicación. Permitiendo así operar al anillo a altas velocidades sobre largas distancias. La tolerancia a fallas en la red está dada por su estructura de doble anillo de rotación contraria, lo que permite reasignar el flujo de información en caso de que un anillo sufra una falla.

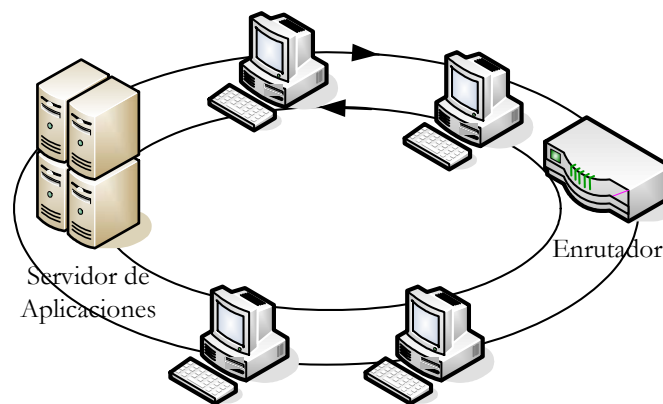


Figura 2.3 Estructura de Red FDDI.

Otra red de segunda generación es DQDB (*Distributed Queued Dual Bus*) constituida por un bus dual en anillo o abierto, con datos viajando en sentidos opuestos. Cada estación se conecta a ambos buses y transmite en el sentido en el que se encuentre el destino, siendo gestionado el acceso al medio a través de peticiones generadas por la propia estación y arbitradas mediante colas distribuidas en cada nodo de la red. La información es transmitida en intervalos (*slots*) de 53 bytes siendo un formato muy parecido al de celdas ATM. DQDB ofrece servicios orientados y no orientados a la conexión y asíncronos (voz, vídeo y datos), pero actualmente son implementadas aplicaciones de interconexión de LANs en modo no orientado a la conexión y operando a velocidades en el rango de 34 a 140 Mb/s. El tamaño de las tramas PDU (*Protocol Data Unit*) puede llegar hasta los 9188 bytes antes de ser segmentadas para construir los *slots* que viajarán por el canal virtual perteneciente a una determinada conexión e isócronos. Las redes DQDB son concebidas como subredes que al ser conectadas a través de *bridges* o enrutadores conformarán las MANs (*Metropolitan Area Network*), sus

características permitirán una rápida conexión a la B-ISDN (ATM) debido a su semejanza entre *slots* y celdas.

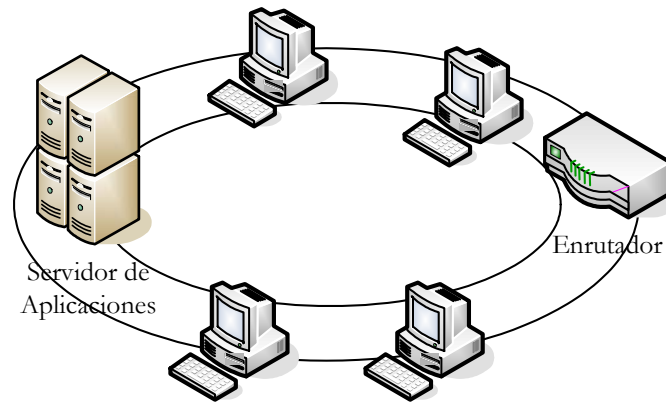


Figura 2.4 Estructura de red DQDB.

Tercera Generación

Las necesidades de una LAN o MAN, para fines de la década de los 90's pueden ser resumidas como siguen:

- Incrementar su velocidad en el orden de cientos de Mb/s o incluso Gb/s.
- Soportar tráfico asíncrono e isócrono.
- Soportar enlaces punto - punto y multipunto.
- Topología redundante y tolerante a fallas.
- Cobertura geográfica eficiente.

Para conseguir un aumento en la capacidad de cientos de Gb/s, es claro que se debe alejar del problema de congestión que representan las estructuras de bus, anillo, árbol y recurrir a un alto grado de cooperación y paralelismo en la red. Desafortunadamente, tal grado de cooperación implica una topología de malla (conexión total entre todos los dispositivos de la red) con conmutación y ruteo en todos los nodos internos, lo que hace muy difícil la tarea de soportar servicios de difusión y conexiones isócronas. La solución a estos problemas, es el aprovechamiento de redes de tercera generación, es decir, utilizar la técnica de multiplexación por división de longitud de onda, WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Lo que implica asumir que la red es una masa transparente sobre la cual se construye una topología virtual, apuntando a satisfacer requerimientos específicos (tráfico asíncrono), árboles de difusión para distribución de vídeo, circuitos punto - punto para tráfico isócrono, etc.

Los componentes claves para la red óptica con multiplexación por división de longitud de onda son:

Características Principales	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación
Velocidad de Transmisión	5 · 10 Mb/s	100 · 200 Mb/s	Decenas a Cientos de Gb/s
Tipo de Cableado Físico	Coaxial, Par Estructurado	Fibra Óptica Multimodo	Fibra Óptica Monomodo
Cantidad de Abonados	Pocas Docenas	Cientos	Cientos, Miles
Geográficas Cobertura	Cientos de Metros	Pocos Kilómetros	Grandes Áreas Metropolitanas

Tabla 2.1 Características de las generaciones de redes

2.1.3 Redes de Área Local (LANs)

Las LAN's son uno de los sectores de más rápido crecimiento en la industria de las telecomunicaciones en las últimas dos décadas.

La idea de una LAN es facilitar el acceso a todas las estaciones que se encuentran en un ambiente y así poder integrar y compartir los recursos que todos poseen.

Arquitectura

El proceso de comunicación entre las estaciones de una red, supone la existencia de un conjunto de reglas y convenciones que permiten disciplinar la transferencia de información y el compartimiento de recursos de la red. Este conjunto de reglas comunes, constituyen los llamados protocolos de comunicaciones. Además de garantizar una cierta confiabilidad del proceso de comunicación a distancia, los protocolos deben controlar, de manera eficiente, el compartimiento de los recursos comunes envueltos en la comunicación entre estaciones de la red.

El modo en que son estructurados los protocolos en una red de computadores (de ámbito local o de larga distancia) define la llamada arquitectura de red. Los protocolos suelen ser estructurados en niveles. La estructura de niveles jerárquicos provee la flexibilidad necesaria para el desarrollo e implementación de los protocolos en las distintas estaciones. La estrategia permite por ejemplo, un cierto grado de independencia en la implementación de los niveles, facilitando la incorporación de los avances tecnológicos, tanto en el área de informática (procesamiento y almacenamiento de información) como en el área de las telecomunicaciones (transmisión de información).

La necesidad de compatibilizar la interconexión de estaciones y/o sistemas heterogéneos (diversos fabricantes) motivó el desarrollo de una arquitectura estándar internacional para redes de computadores. Tiene siete niveles y se denomina Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (*International Standard Organization*) (figura 2.5).

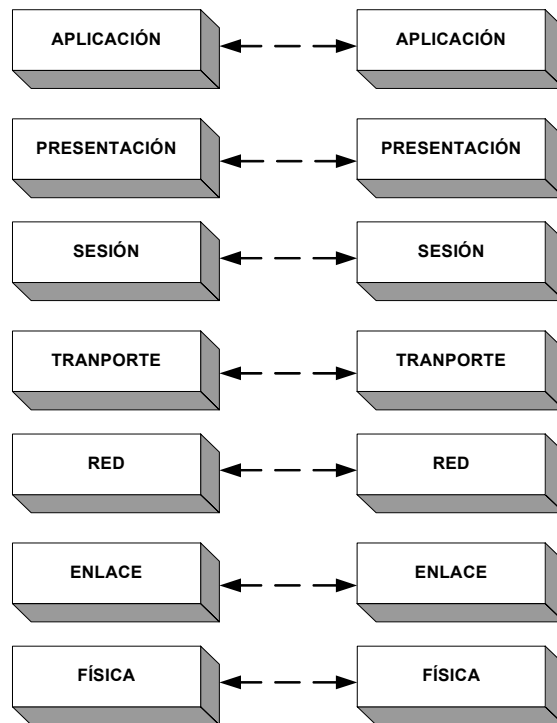


Figura 2.5 Arquitectura OSI/ISO.

La idea básica de la estructura en niveles de la arquitectura OSI/ISO es que cada uno de los siete niveles ofrece servicios de comunicación al nivel inmediatamente superior. Los servicios ofrecidos por los niveles inferiores son sucesivamente ampliados y perfeccionados, de modo que, al nivel más superior (nivel de Aplicación), sea ofrecido un conjunto de servicios adecuados para soportar las diversas aplicaciones del usuario. Un nivel N ($N=1, 2, 3...7$), en una determinada estación, conversa virtualmente con un nivel en otra estación conforme a lo mostrado por las líneas trazadas en la figura 2.5.

Es importante observar que, en realidad, las unidades de datos (paquetes, mensajes, etc.) envueltas en la comunicación entre dos estaciones no son transferidas directamente del nivel N de una estación al nivel equivalente en la otra, excepto en el nivel más inferior (nivel Físico). En vez de eso, cada nivel pasa datos e información de control para que el nivel inmediatamente inferior lo haga llegar al nivel físico. En este último existe una comunicación física (a través de los medios físicos de transmisión) con el nivel equivalente en la otra estación, al contrario de las comunicaciones virtuales correspondientes a los niveles superiores. La conversación en el lado de la estación receptora se procesa de manera inversa, esto es, los datos e información de control pasan sucesivamente por niveles intermediarios hasta llegar al proceso destinatario en el nivel de aplicación. Entre cada par de niveles adyacentes existe una interfase que define las operaciones primitivas y los servicios que el nivel inferior ofrece al nivel superior.

NIVEL DE RED						
NIVEL DE ENLACE	LLC	802.2				
	MAC	803.2	802.4	803.5	803.6	FDDI
NIVEL FÍSICO						

Figura 2.6 Capas inferiores de ISO y relación 802 de IEEE.

La arquitectura IEEE 802 resultó de un proyecto de la IEEE, en el sentido de establecer una arquitectura estándar, según el modelo de referencia OSI, orientada para el desarrollo de redes locales. Conforme a lo mostrado por la figura 2.6, la arquitectura IEEE 802.2 constituye una adaptación particular de los niveles inferiores del modelo OSI en razón de las peculiaridades de la tecnología asociada:

- El nivel Físico (PHY) de la arquitectura IEEE 802 especifica los protocolos que se encargan de proveer los servicios básicos de transmisión y recepción de bits a través de conexiones físicas entre dos estaciones. En el nivel son definidas las características eléctricas (niveles de tensión, impedancia, etc.) u ópticas (niveles de potencia, etc.) en el caso de utilizar fibra óptica, las características mecánicas (tipo de conectores, dimensiones del soporte de transmisión, etc.) y las características funcionales y de procedimiento (tiempo de duración de bits, inicialización de funciones de transmisión y de recepción de bits, etc.) de las conexiones físicas.
- El subnivel de Control de Acceso al Medio (MAC) de la arquitectura IEEE 802 a su vez, especifica los mecanismos que permiten administrar la comunicación a nivel de enlace de datos. En particular, el subnivel ofrece los servicios que permiten disciplinar el compartimiento de un medio de transmisión común a las estaciones de la red. Los protocolos de control de acceso al medio (CSMA-CD, *token*, etc.) son especificado en este subnivel. Además, permite la administración de acceso a la topología de medio de transmisión compartido, el subnivel MAC permite la especificación del subnivel superior control de enlace lógico (LLC) con un cierto grado de independencia en lo que se refiere a topología y al soporte de transmisión.
- El subnivel LLC especifica los servicios que permiten una comunicación confiable de secuencia de bits entre estaciones. En este nivel son implementados, por ejemplo, servicios de recuperación de errores de transmisión y de control de flujo, los niveles superiores (Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) tienen funciones y servicios que se aplican a las redes de computadores de una manera general (locales o de larga distancia).

La necesidad de atender satisfactoriamente un mayor número posible de aplicaciones, orientó el establecimiento de más de un estándar de protocolos para redes locales según la arquitectura IEEE 802, particularmente en lo que se refiere a nivel físico y al subnivel MAC:

- IEEE 802.1: Especifica funciones y protocolos de administración de redes e interfaces con los niveles superiores.

- IEEE 802.2: Especifica un protocolo de control de enlace lógico para uso con cualquiera de los otros dos patrones referente al tipo de control de acceso y del medio de transmisión asociado.
- IEEE 802.3: Especifica un protocolo de acceso tipo CSMA-CD en un medio de transmisión configurado en bus.
- IEEE 802.4: Especifica un bus con control de acceso por testigo (*Token Bus*).
- IEEE 802.5: Especifica un anillo con control de acceso por testigo (*Token Ring*).
- IEEE 802.6: Especifica un estándar para redes metropolitanas.
- El estándar FDDI, desarrollado por la organización de estandarización de EE.UU. ANSI, es el primer estándar desarrollado especialmente para redes locales con fibra óptica y sigue la arquitectura IEEE 802.

2.1.4 Principales Protocolos de Red

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

- IPX/SPX
- DECnet
- X.25
- TCP/IP.
- AppleTalk
- NetBEUI

Los protocolos actualmente vigentes son TCP/IP, *AppleTalk* y *NetBEUI* aunque este último es un protocolo de capa 2 del modelo OSI el cual puede ser encapsulado en el protocolo IP.

IPX/SPX son las siglas para *Internet Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange* o Intercambio de Paquetes de Internet / Intercambio Secuenciado de Paquetes. Es el conjunto de protocolos de bajo nivel utilizados por el sistema operativo de red *Netware* de Novell. SPX actúa sobre IPX para asegurar la entrega de los datos.

DECnet es un protocolo de red propio de *Digital Equipment Corporation* (DEC), que se utiliza para las conexiones en red de los ordenadores y equipos de esta marca y sus compatibles.

Uno de sus componentes, conocido por sus siglas en inglés LAT (*Local Area Transport*), Transporte de Área Local, se utiliza para conectar periféricos por medio de la red y tiene una serie de características de gran utilidad como la asignación de nombres de servicio a periféricos o los servicios dedicados.

X.25 es un protocolo utilizado principalmente en WAN (*Wide Area Network*) y, sobre todo, en las redes públicas de transmisión de datos. Funciona por conmutación de paquetes, esto es, que los bloques de datos contienen información del origen y destino de los mismos para que la red los pueda entregar correctamente aunque cada uno circule por un camino diferente.

TCP/IP no es propiamente un protocolo, si no un conjunto de protocolos, que toma su nombre de los dos más conocidos: TCP (*Transmission Control Protocol*, protocolo de control de transmisión) e IP (*Internet Protocol*). Esta familia de protocolos es la base de la red Internet, la mayor red del mundo.

Aunque TCP/IP no tiene una arquitectura OSI podemos relacionarlos con esta arquitectura de forma que situamos el protocolo IP, en el nivel de red, y el protocolo TCP, en la capa de transporte.

El protocolo IP, es un protocolo sin conexión, por tanto, carece de seguridad en la entrega de paquetes. Cuando una comunicación que utiliza el protocolo IP para transferir los paquetes de datos necesita seguridad, ésta debe ser proporcionada por otro protocolo de capa superior, que para este caso se trata del protocolo TCP.

La idea inicial de diseño para IP fue la de confeccionar un protocolo capaz de conducir paquetes a través de distintas redes interconectadas, por tanto, es un protocolo especialmente preparado para que sus paquetes sean enrutados, utilizando enrutadores, entre las distintas subredes que componen una red global. IP es el protocolo base para las transferencias de datos en Internet. Al ser IP un protocolo sin conexión, cada paquete puede seguir una ruta distinta a través de la red. El protocolo de capa superior, TCP, será el encargado de la gestión de errores.

El protocolo TCP corresponde a la capa de transporte del modelo de referencia OSI. Entre los servicios que ofrece TCP están la transferencia de datos en ráfagas, confiabilidad, control de flujo eficiente, operación *full-duplex* y multiplexaje.

Además ofrece un control de flujo eficiente, lo cual significa que cuando se envían confirmaciones de regreso al origen, el proceso TCP de recepción indícale número de secuencia mas grande que puede recibir sin saturar sus dispositivos de almacenamiento internos.

AppleTalk es el nombre de la red entre iguales, diseñada por *Apple Computer Corporation*, para su utilización en computadoras con el sistema operativo de esta empresa. El diseño original se pensó para permitir que se compartan archivos e impresoras entre los usuarios de la red, de modo que su configuración fuera muy sencilla, lo que permitiría beneficiarse a cualquier usuario no experto de los servicios de red.

Una descripción breve de sus protocolos es la siguiente: ALAP (*AppleTalk Link Access Protocol*, Protocolo de Enlace de Acceso AppleTalk), ELAP (*Ethernet Link Access Protocol*, Protocolo de Enlace de Acceso Ethernet) y TLAP (*TokenLink Access Protocol*, Protocolo de Acceso TokenLink) son los protocolos de nivel de enlace utilizados por AppleTalk, quien utilizará uno u otro dependiendo de la capa física.

DDP (*Datagram Delivery Protocol*, Protocolo de Entrega de Datagramas) es el protocolo AppleTalk en el nivel de red que se encarga de enrutar los datagramas de modo semejante al protocolo IP de las redes UNIX. Las tablas de enrutamiento entre los diferentes enrutadores se mantienen a través de un protocolo denominado RTMP (*Routing Table Maintenance Protocol*, Protocolo de Mantenimiento de Tabla de Ruteo).

- NBP (*Name Binding Protocol*, Protocolo de Unión de Nombres) es un protocolo situado en la capa de transporte que se encarga de asociar nombres de servicios con

direcciones, de modo que los usuarios puedan utilizar nombres mnemotécnicos para solicitar los servicios de la red.

- ATP (*AppleTalk Translation Protocol*, Protocolo de Traducción *AppleTalk*) es el protocolo de transporte encargado de realizar conexiones seguras en *AppleTalk*. Equivale al TCP de la red UNIX.
- ZIP (*Zone Information Protocol*, Protocolo de Información de Zona) es un protocolo asociado a la capa de sesión que se encarga del gobierno de las zonas *AppleTalk*.
- ASP (*AppleTalk Session Protocol*, Protocolo de Sesión *Appletalk*) es el protocolo de sesión encargado del gobierno de las sesiones, que elimina paquetes duplicados y los ordena según su número de secuencia.
- PAP (*Printer Access Protocol*, Protocolo de Acceso a la Impresora) proporciona en el nivel de sesión los servicios de impresora para toda la red. En capas superiores aparecen protocolos como AFP para el intercambio de archivos, y *PostScript* como lenguaje descriptor de documentos con que alimentar las impresoras. *AppleShare* y *LaserShare* se encargan de hacer de modo transparente al usuario, en el nivel de aplicación, del servicio de archivos y dispositivos de impresión, de modo que al usuario le parecen locales los discos, carpetas o impresoras que, en realidad, son remotos.

Localtalk. Es la forma original del protocolo. La comunicación se realiza por uno de los puertos serie del equipo. La velocidad de transmisión no es muy rápida pero es adecuada para los servicios que en principio se requerían de ella, principalmente compartir impresoras.

Ethertalk. Es la versión de Appletalk sobre Ethernet. Esto aumenta la velocidad de transmisión y facilita la utilización de la red con otras plataformas para la transferencia de archivos y documentos.

Tokenalk. Es la versión de Appletalk para redes Token ring.

NetBEUI son las siglas para *NetBIOS Extended User Interface* o Interfaz de usuario extendido para NetBIOS. Es la versión de Microsoft del NetBIOS (*Network Basic Input/Output System*, sistema básico de entrada/salida de red), que es el sistema de enlazar el software y el hardware de red en los PCs. Este protocolo es la base de la red de Microsoft Windows para Trabajo en Grupo.

2.2 Las decisiones corporativas y la convergencia. Cambio de mentalidad

2.2.1 Las decisiones corporativas y la convergencia.

La evolución de la información y más aún el del intercambio de ésta, nunca antes se había contemplado tanta cooperación y convergencia de tecnologías y personas.

Con las redes telefónicas y de datos se comenzó la revolución de la información, inicialmente se utilizó la red telefónica para transmitir datos. Hoy en día ocurre lo contrario, debido a que las redes de datos son más aptas desde su construcción para integrar servicios con ciertas adaptaciones que son necesarias debido a la naturaleza de los servicios, necesidades y tráfico que cursan.

Las redes de datos están permitiendo que todas las tecnologías que surgieron en el siglo XX estén siendo integradas hacia un mismo ente de comunicación, ahora la interconexión de estas redes está permitiendo la centralización, concentración y almacenamiento de la información, agilizando el trabajo, el comercio, los negocios y demás situaciones cotidianas.

Al comienzo de la era de la informática, los principales actores de esta evolución eran equipos costosos, grandes, complejos y lentos en comparación a los actuales, equipos donde toda la información era clasificada y procesada para entregar un resultado organizado, hoy en día estos equipos con los adelantos en otras áreas de investigación como la microelectrónica y la ingeniería de materiales llevaron los antiguos modelos, lentos y costosos, a equipos del uso diario, hasta casi convertirlos en equipos de primera necesidad, tan baratos que una persona con un ingreso promedio puede adquirir.

Las redes telefónicas inicialmente se implementaron en líneas de cobre de baja velocidad, con el tiempo se mejoraron las líneas de cobre para ofrecer servicios digitales como la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados, ISDN) donde se combinan voz, datos y vídeo, en otro ámbito las redes tradicionales de cobre estaban siendo utilizadas para la transferencia de información vía módem estos equipos permitían utilizar las redes telefónicas para el trabajo con datos, cuyo tratamiento y tráfico es muy diferente al de la telefonía, desde este punto de vista estaba comenzando la convergencia de las redes por el lado de la de telefonía.

Un acercamiento de la RDSI fue la respuesta de la ITU (*International Telecommunications Union*) al tratar de normalizar las futuras redes de convergencia de voz, datos y vídeo. La integración de todos los tipos de tráfico se denominó N-ISDN (*Narrowband* ISDN, RDSI de banda estrecha) y posteriormente B-ISDN (*Broadband* ISDN, RDSI de banda ancha).

Hoy en día estas redes se parecen mas a las redes de datos que a las redes de donde surgieron (red telefónica) y su evolución está enfocada a la convergencia.

Muchas tecnologías surgieron con los mismos objetivos y la aceptación de éstas se ve influenciada por su versatilidad, funcionalidad y costos, pero en concreto algunos de los objetivos de las redes de datos son:

- Compartir los recursos (datos), equipos, información y programas que se encuentran localmente o dispersos geográficamente.
- Confiabilidad de la información al contar con alternativas de almacenamiento, obtención y distribución de la misma.
- Obtener una buena relación costo/beneficio,
- Facilidad en la escalabilidad de la red, de los procesos y de los equipos involucrados.
- Transmitir información en línea, entre usuarios distantes (dispersos geográficamente) sin tener que esperar mucho tiempo para obtenerla.

Todos estos objetivos y muchos otros más hacen que para ciertas empresas, instituciones y demás sea más importante unos aspectos que otros. Para algunas instituciones la relación costo/beneficio puede tener menos peso que poder tener la información duplicada en otro sitio, o para otra empresa lo más importante sería la relación costo/beneficio.

La tecnología, la economía y las necesidades diarias de los usuarios están obligando avances muy importantes para integrar a costos accesibles, el tráfico de diferentes fuentes y naturaleza logrando lo tan esperado por todos, la convergencia de las redes de voz y datos.

El concepto de una red “**convergente**” o “**multiservicios**” surge a partir de que se generan altos costos el mantener redes paralelas; una de datos y otra para voz. Con el fin de crear una sola infraestructura surge este concepto: crear una red que permita transportar de manera eficiente voz, datos y video.

El tener una red multiservicios trae muchos beneficios pues se reduce equipo y costos operativos al ya no tener redes separadas, se reduce la administración y se tiene un mejor control de la red.

A través de una sola infraestructura de red se crea un ambiente menos complejo; que por lo regular, se traduce en un menor costo por persona en términos de personal dedicado a la administración de la red y del entrenamiento que se requiere.

Otra ventaja de la convergencia es el poder asignar de manera automática el ancho de banda que no este utilizando alguna aplicación a otra que lo demande en ese momento.

La decisión de implementar una red convergente, no necesariamente debe estar basada en un análisis de costo/beneficio, como se menciono anteriormente, debido a que la reducción de costos que genera una infraestructura de esta naturaleza es, por lo regular, difícil de cuantificar, ya que depende específicamente de cada red y estructura organizacional¹.

La decisión deberá considerar el capacitar a los responsables del área de sistemas, explorar nuevas tecnologías y así tener una mejor calidad en las comunicaciones de una empresa, con el objetivo de acceder a ventajas competitivas.

Actualmente, las empresas pueden migrar sus redes LAN, tanto al escritorio como a los servidores los cuales participaran en la implementación de aplicación des de tiempo real, como voz sobre IP (VoIP) y video.

El diseño de una red convergente debe orientarse hacia el control simultáneo de la variación de los retardos, la pérdida de paquetes y la eficiencia en el ancho de banda del tráfico de voz, datos y multimedia.

Muchos de estos requerimientos pueden resolverse con la simple migración de la arquitectura de red de datos tradicional *hub/router* con procesamiento centralizado a una nueva arquitectura.

En una red convergente, la mejor solución para evitar la congestión es tener mecanismos para administrar los servicios que cada aplicación necesita, tales como: reconocimiento y clasificación de los paquetes basados en aplicaciones; colocación del tráfico identificado en diferentes niveles de servicio; y ajuste de la calidad de servicio (QoS, *Quality of Service*) en términos de retardo y pérdida de paquetes para reconocerlo en cada clase de aplicación.

¹Saul Olvera, Revista RED

La efectividad de una red convergente está basada en la interoperabilidad de los equipos de conectividad que la conforman, no únicamente entre los principales componentes de la red, *gateways* y dispositivos del cliente, sino también, entre los dispositivos de una WAN la cual es provista por diferentes proveedores de servicios.

2.2.2 Cambio de mentalidad

La evolución de la tecnología de la conectividad ha hecho que sean mejoradas las formas de comunicación, actualmente la implementación de las redes IP, el desarrollo de técnicas de digitalización de voz ha hecho que este sea un tema estratégico para las empresas ya que el transmitir voz y datos en una misma red trae consigo un ahorro económico.

La voz sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet, es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un *call center*, entre muchas otras prestaciones.

Sin lugar a dudas, los primeros en pensar en las ventajas de voz sobre IP serán las grandes compañías que, en general, se encuentran geográficamente distribuidas pues las llamadas a larga distancia en IP no tienen costo alguno, esto solo por mencionar una de las ventajas, además para utilizar la red de datos que se tiene solo bastará con actualizar unos cuantos dispositivos necesarios y así mejorar su productividad.

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

Si en nuestra empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también podemos pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y Frame-Relay) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas².

Podemos finalmente decir que el protocolo IP es de gran importancia en las redes y que algunas empresas están tomando decisiones de hacer sus redes convergentes, donde el tener ventajas como el menor costo con respecto a otras tecnologías, integración sobre su Intranet de la voz como

²<http://www.comunicaciones.unitronics.es/tecnologia/voip.htm>

un servicio más de su red, tal como otros servicios informáticos, son tan solo algunas de las ventajas que hacen que grandes compañías se decidan a usar este tipo de tecnología como medio de comunicación. Una de las preguntas lógicas que se plantea ahora sería ¿Cómo implementar esta red utilizando la red de datos existente?, esta resulta una ardua tarea donde las empresas con bajos niveles de inversión en tecnología de información y conectividad el implementarla sería tan rápido como se desee y en donde su tecnología de redes sea obsoleta se partirá de una manera gradual, sin embargo la convergencia representa una gran oportunidad de mejorar los medios de comunicación dentro de las empresas.

2.2.3 Búsqueda de soluciones

Introducción

Las tecnologías más usadas para transmisión de datos son Frame Relay, ATM e IP por lo que necesitamos ver las opciones de tecnología para el transporte de voz en las antes mencionadas; donde se hace referencia a sus características principales. Además otros aspectos como son: calidad de servicio y ancho de banda necesarios para la implementación de esta red multiservicios.

Tecnologías de paquetes de voz

En convergencia de voz y datos se puede hablar del uso de tres tecnologías principales:

- Voz tradicional (telefonía tradicional)
- *Voice over Frame Relay* (VoFR)
- *Voice over ATM* (VoATM)
- *Voice over IP* (VoIP)

Los principales factores que han contribuido a esta convergencia son la disponibilidad de procesadores digitales de señales (DSPs) más rápidos y baratos así como los avances significativos en los métodos estandarizados de compresión de voz. Una llamada telefónica a través de la red telefónica pública emplea 64 Kbps de ancho de banda, mientras que la misma llamada a través de una red de datos requiere solo 8 Kbps o menos con una calidad comparable. Asimismo, la supresión de periodos de silencio mejora la transmisión de voz.

La calidad de servicio juega un papel crucial en el soporte de voz sobre las redes de datos. La tabla 2.2 muestra algunos requerimientos para el soporte de la voz, las cuales son algunas alternativas.

Característica	Descripción	Requerimiento en ATM	Requerimiento en IP	Requerimiento en FR
Compresión	La compresión sub-PCM reduce significativamente la cantidad de ancho de banda usado en una conversación de voz, mientras se mantiene alta calidad.	Se recomienda que tenga.	Debe tener	Debe tener
Supresor de Silencios	Habilidad de recuperar ancho de banda durante periodos de silencio en una conversación hecha que el ancho de banda disponible para otros usuarios de la red	Se recomienda que tenga.	Debe tener	Debe tener
Calidad de Servicio (QoS)	Asegura la prioridad para transmisión de voz. Esta controla los retardos, variación de retardos.	Debe tener. ATM ha sido desarrollado con significativo QoS/Trafico	Debe tener.	Debe tener. Frame Relay no soporta prioridad basada en QoS. Actualmente se desarrollan soluciones.
Señalización del tráfico de voz	Soporte de PBX y la señalización asociada.	Debe tener para aplicaciones en tiempo real	Debe tener para aplicaciones en tiempo real.	Debe tener para aplicaciones en tiempo real
Control de ecos	El eco es molesto y destructivo. El control es clave.	Debe tener para aplicaciones en tiempo real	Debe tener para aplicaciones en tiempo real	Debe tener para aplicaciones en tiempo real
Conmutación de Voz	Equipos de redes de datos pueden generalmente soportar aplicaciones on-net. Off-net es también crítico. El equipo debe decidir el enrutamiento de una llamada sobre la red de datos o hacia la PSTN.	Capacidad para ruta off-net.	Capacidad de ruta off-net.	Capacidad de ruta off-net.

Tabla 2.2 Requerimientos para el soporte de voz

2.2.4 Voz tradicional (telefonía tradicional)

Introducción

Las redes telefónicas fueron construidas inicialmente en todo el mundo mediante tecnologías de características analógicas; fundamentalmente debido a que la voz es un fenómeno típicamente analógico y, además, porque las técnicas digitales no se pudieron aplicar hasta que se fue consolidando el uso de los elementos activos como el transistor, circuitos integrados y finalmente los chips con distintos grados de integración. Además, fue necesario que estos elementos pudieran gestionar los bits a velocidades realmente interesantes que justificaran el cambio y la inversión que significa la digitalización de las redes.

La digitalización de la red tiene numerosas ventajas, tanto en el orden económico como en el tecnológico. Además, ha cambiado el concepto inicial por el que había sido constituida la red.

La red telefónica esta compuesta básicamente por los siguientes elementos constitutivos: nodos de conmutación, enlaces urbanos e interurbanos, enlace de abonado, equipos terminales.

Características particulares de la red telefónica publica conmutada (PSTN)

La red telefónica publica conmutada (PSTN) presenta las siguientes características:

La red esta siempre en casi todas partes. Resulta muy difícil que no se encuentre disponible un equipo terminal de la red telefónica conmutada en algún punto geográfico del planeta. Esta característica hace que esta red sea muy interesante para establecer puntos terminales de circuitos de transmisión de datos. Si en algún punto geográfico la red no esta presente, otras posibilidades serán igualmente complejas.

El sistema telefónico es un sistema abierto. Esta condición permite que el uso de la red no necesite autorizaciones especiales, ni requerimientos adicionales ante las administraciones. Pueden existir casos especiales en los que se requiera algún tipo de autorización para el uso de la red; no obstante, la detección del uso temporal de la red telefónica para la transmisión de datos resulta muy difícil.

La red telefónica pública conmutada es diseñada para que muchos usuarios puedan estar conectados con cualquier otro usuario de la red. Para realizar esta conexión de manera económica se utilizan los sistemas de conmutación (*switches*), estos son diseñados para concentrar muchos usuarios. Los términos concentración, distribución y expansión están relacionadas con funciones que deben ser ejecutadas en orden para conectar cualquier entrada sobre una trayectoria para cualquier salida. Un circuito conmutado consta de tres fases: solicitud de llamada, transferencia de información y fin de llamada.

Requerimientos de la Red Telefónica.

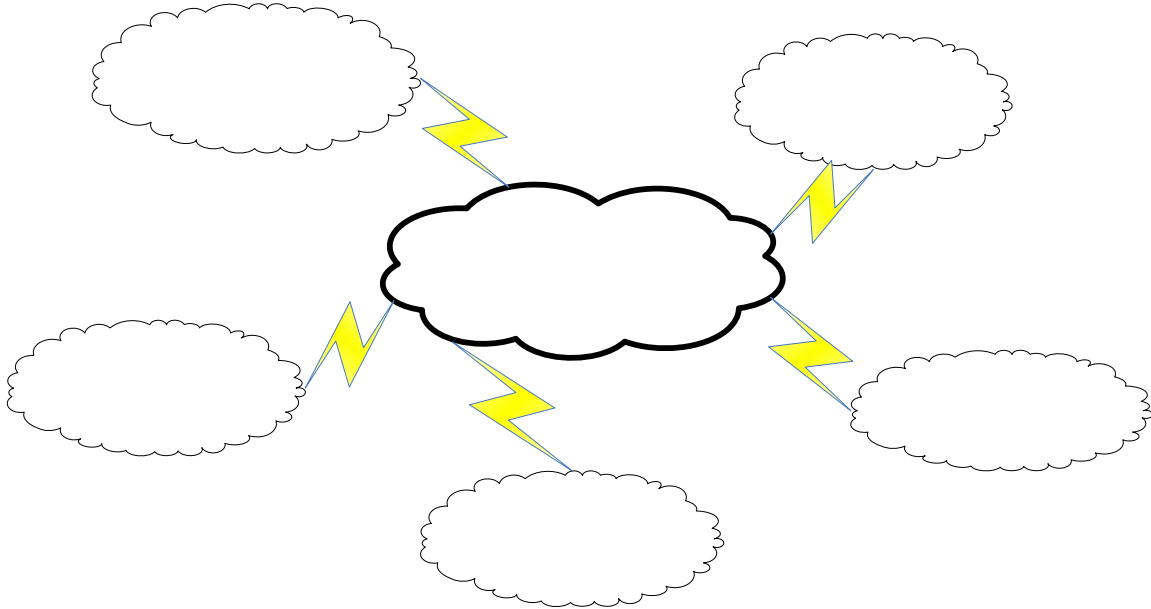


Figura 2.7 Requerimientos de la red Telefónica

Demandas de interesadas

Demandas de las partes interesadas

Se refiere a los requerimientos del abonado, estos dependerá de sus necesidades algunos requerimientos básicos son:

- Confiabilidad.
- Facilidad de acceso.
- Rápido establecimiento de la llamada.
- Buena calidad de transmisión.
- Bajo costo de la llamada.

Además de los requerimientos para tener una comunicación exitosa actualmente las empresas telefónicas ofrecen servicios de: llamadas tripartitas, llamada en espera, identificador de llamadas, buzón, sígueme, servicios de larga distancia, videoenlaces, entre otros.

Tecnología existente

Actualmente se requieren los fundamentos de las técnicas digitales., al igual que la mayoría de los fundamentos importantes de la red telefónica moderna.

Tecnología existente

Redes analógicas y digitales

En las líneas analógicas, el sonido es amplificado a intervalos regulares. La etapa correspondiente en las líneas digitales es la regeneración, es decir, la información del número distorsionado es interpretada y recreada. Aquí yace una diferencia importante entre las características de los dos métodos de transmisión. En el sistema analógico, el ruido también es amplificado. Cada etapa de amplificación a lo largo de la línea conduce a una acumulación de ruido. En el sistema digital, la información se crea nuevamente en cada etapa de regeneración y puede ser retransmitida sin ser afectada por el ruido.

Para poder digitalizar la voz existen técnicas para acercarse lo más posible a la señal original la más usada es la de muestreo. La transmisión digital involucra la transferencia de valores numéricos. Por lo tanto, se mide la altura de los impulsos de la señal. Con el fin de no tener un número infinito de valores numéricos por transferirlos niveles de amplitud se dividen en intervalos. Todas las muestras que caen dentro de un intervalo determinado tienen el mismo valor. Esto se conoce como cuantización de una muestra.

Después de la cuantización el siguiente paso es la codificación, para ello se enumera la señal cuantizada con la ayuda de pulsos binarios, es decir, pulsos con sólo dos niveles. Todo el proceso recibe el nombre de PCM (Modulación por Impulsos Codificados).

Sistemas Multicanal

Resulta muy costoso elaborar y mantener los enlaces de transmisión en la red telefónica. Por lo tanto, se puede ganar mucho al contar con una capacidad de transmisión de varias conversaciones a través del mismo par de hilos. La técnica más usada en este tipo de sistema multicanal se conoce como multiplexaje y se use tanto en las redes digitales como en las analógicas.

Multiplexaje en Frecuencia: En el caso analógico, el multiplexaje se puede comparar con las técnicas que hacen posible elegir la estación requerida en un receptor de radio. A cada transmisor se le asigna una frecuencia predeterminada y la información que va a ser transferida es enviada sobre este hacia el receptor.

Multiplexaje en Tiempo: La red digital utiliza una técnica completamente diferente. El principio de multiplexaje por división de tiempo o TDM. El multiplexaje de este tipo se usa en la red telefónica (TDM de segundo o un orden más alto).

Tecnología SPC en ambientes digitales y analógicos

Las computadoras se utilizan en las aplicaciones más variadas. También se utilizan en la red telefónica. La técnica para el control de la conmutación y otros servicios de los abonados usando computadoras se conoce como SPC (Control por Programa Almacenado/*Stored Program Control*). Las técnicas SPC se utilizan tanto en las terminales analógicas como en las digitales.

SPC trata de un sistema de tiempo real donde la computadora tiene que ser capaz de manejar miles de abonados más o menos simultáneamente.

Actualmente, todas las funciones en la central se dividen en bloques bien definidos de un tamaño manejable. La modularidad del software y el diseño del hardware hacen que los sistemas sean simples tanto en su mantenimiento, y en cuanto a la expansión requerida. El sistema diagnostica sus propias fallas y le indica al personal de mantenimiento las acciones que se requieren tomar.

La técnica de conmutación digital

La figura 2.8 muestra un diagrama altamente simplificado de una central. Los hilos entrantes del abonado A se conectan a una memoria con espacio para 32 ranuras de tiempo, una para cada canal de conversación. En el lado saliente de la central, existe un equipo similar al cual se encuentra conectado el abonado B. En este caso el abonado A tiene la ranura 3 para la conversación. La computadora en la Terminal decidió que el abonado B usará la ranura de tiempo 7 para la conversación con el abonado A.

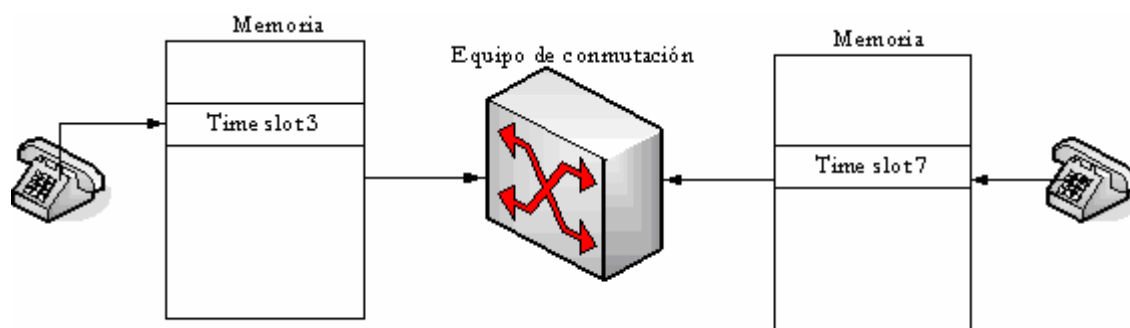


Figura 2.8 Diagrama de una central

Planes Fundamentales

Las Administraciones Telefónicas deben considerar todo lo referente a la planeación de la red telefónica.

Los *planes fundamentales* son el primer plano de este tipo de planeación. Se pueden llamar reglas fundamentales para el diseño de red. Estas son las áreas que cubren:

- Plan de numeración, que especifica como se elaboran los números nacionales y de los abonados.
- Plan de transmisión, controla las normas y las técnicas para la transmisión del tráfico telefónico.
- Plan de enrutamiento, regula la elección de rutas entre las centrales.
- Plan de señalización, todo lo relacionado con la importancia de la información que debe ser transferida entre las centrales al hacer las llamadas.

- Plan de sincronización, que establece las reglas de tal manera que las centrales digitales en la red no queden fuera de sincronización.
- Plan de tasación, forma las bases para el cobro de llamadas telefónicas.
- Plan de calidad de servicio, que especifica los objetivos de la organización y la practica de la operación y el mantenimiento.

Diseño de la Red Telefónica

La formas de las redes pueden ser tipo estrella y malla las cuales pueden estar interconectadas a centrales locales con diferentes jerarquías.

Dentro de este diseño de red debe considerarse que ésta tenga una alta disponibilidad ya que cualquier empresa o negocio depende mucho de sus redes de voz. Actualmente esta disponibilidad se maneja con los famosos “cinco nueves”, pues el no tener una buena transmisión trae graves consecuencias, como pérdidas monetarias, confianza de la empresa, imagen corporativa, entre otras.

¿Qué es disponibilidad?

Disponibilidad es una medida de la capacidad de los dispositivos de red de proveer servicios a lo largo de toda la red en todo momento. Desde el punto de vista de comunicaciones de voz, un sistema de alta disponibilidad provee tono de invitación a marcar en cualquier momento en que se levante el teléfono, sin excepción.

La meta: 99.999% de disponibilidad.

La cifra 99.999%, muchas veces referida como los “cinco nueves”, ha sido empleada durante años en la industria de las telecomunicaciones para describir la disponibilidad de aplicaciones en el ámbito de los operadores (*Carrier Clas*). Esta característica equivale aproximadamente a cinco minutos de caída por año.

Disponibilidad	Tiempo de caída por año
99,999%	5 minutos 15 segundos
99,99%	52 minutos 36 segundos
99,9%	8 horas 46 minutos
99%	3 días 15 horas 40 minutos

Tabla 2.3 Disponibilidad

Aún cuando no todas las redes de voz son capaces de proporcionar 99.999%, esta cifra es ampliamente aceptada como el estándar para “tono de invitación a marcar”. Esta expectativa ha determinado un gran reto a cumplir por las redes convergentes las cuales están obligadas a tener el mismo rendimiento de los tradicionales sistemas PBX.

Señalización

La señalización existe en la red telefónica para agilizar el tráfico telefónico entre los abonados, desde un punto de vista técnico un proceso más complejo presentará más demandas para una transferencia rápida y confiable entre la central y el abonado. Así tenemos una necesidad definitiva de señalización y de una tecnología eficiente para la transferencia de señales. La señalización en el área de telefonía incluye:

- 1.- Todas las señales necesarias para el establecimiento de llamadas y otros servicios que ofrece la administración de teléfonos.
- 2.- La tecnología de transmisión para la transferencia de señales.

Definición. Proceso que consiste en enviar una señal de transmisión a través de un medio físico para propósitos de comunicación entre dos puntos de la red (usuario-central o central-central) que permiten:

- Supervisión (detección de condición o cambio de estado).
- Direccionamiento (establecimiento de llamada).
- Explotación (gestión y mantenimiento de la red).

El tipo de señalización se puede dividir en dos grupos la señalización por *Canal Asociado (CAS)* y la señalización por *Canal Común (CCS)*.

Sistemas de señalización

El ITU-T (antes CCITT) se ocupó de recomendar los sistemas de señalización a fin de ser usados en las comunicaciones internacionales.

SSN°1. El CCITT comenzó dicha labor con el Sistema de Señalización N°1 en 1934. Esta SSN°1 es del tipo de bajo nivel, monofrecuente con un valor de 500 o 1000 Hz interrumpida con una frecuencia de 20 Hz para la selección de llamada. Se utilizó para algunos servicios manuales bidireccionales.

SSN°2. Hacia 1938 el CCITT especificó el **SSN°2** para ser usado en servicios semiautomáticos. Consiste de 2 frecuencias ubicadas en 600 y 750 Hz con selección decádica de impulsos.

SSN°3. En 1954 se recomendó el **SSN°3**. La única frecuencia de señalización para el servicio direccional semiautomático en 2280 Hz tanto para señales de línea como de registro.

SSN°4. El mismo año se recomendó el **SSN°4** que resultó ser el sistema más empleado para tráfico internacional en Europa en redes analógicas. Es aplicado en el servicio direccional automático o semiautomático con frecuencias de 2040 y 2400 Hz para señales de línea o registros.

SSN°5. Hacia 1964 el CCITT determina el **SSN°5** para conexiones internacionales por cable y por satélite. Hacia 1996 este sistema es sustituido totalmente por el **SS7**. Para la señalización de línea

se recurre a las frecuencias de 2400 y 2600 Hz y para señalización de registro se recurre a 700, 900, 1100, 1300, 1500 y 1700 Hz con transmisión en "código 2 entre 6". Se usa en servicios semiautomáticos y automáticos en líneas bidireccionales.

SSN°6. Iniciado en 1976 por Europa, tipo de señalización común por canal en las redes analógicas. Para las redes digitales el ITU-T desarrolló desde 1980 solo el sistema **SS7**. El SSN°6 emplea un canal de 4 hilos que permite un servicio dúplex. La transmisión digital se realiza mediante un modem de datos con modulación en 4 fases.

Señalización por canal asociado (CAS)

Se nombra por canal asociado porque existe una asociación permanente con el canal que lleva a cabo la llamada actual. La conversación y señalización viajan por el mismo camino a través de la red. Algunas variaciones que ocurren son:

- La señalización se realiza en el mismo canal que la conversación (por ejemplo, señalización DC, en banda).
- La señalización se lleva a cabo en la conexión de la conversación, pero en otro rango de frecuencia (fuera de banda).
- La señalización se realiza con la ranura de tiempo (*time slot*) 16, donde cada canal de conversación tiene su canal fijo, asignado y periódico para señalización (señalización PCM).

Formas de señalización por canal común (CCS)

Cuando se trabaja con procesadores, la señalización se transforma totalmente traduciéndose en un diálogo entre extremos. No se distingue una correspondencia entre el canal vocal y el canal de señalización; es más, la vía de transmisión puede ser distinta. Así, el canal de señalización pasa a ser un canal de datos dentro de una red de señalización.

Este tipo de señalización se denomina Señalización por Canal Común **CCS** (la nomenclatura SS7 corresponde al ITU-T y CCS7 a ANSI). Las principales características que pueden hacer la diferencia entre CCS y CAS son las siguientes:

- Tiempo de conexión menor.
- Número de mensajes prácticamente ilimitados.
- Flexibilidad para nuevos servicios.
- Encaminamiento alternativo.
- Corrección de errores mediante retransmisión de tramas.
- La capa 2 utiliza un protocolo de corrección de error ARQ tipo *go-back-N*.
- La capa 3 está prevista para mensajes en tiempo real de la red telefónica y es del tipo orientado sin-conexión.

Existen 2 tipos de señalización por canal común en las redes analógicas; el **SSN°6** iniciado en 1976 en Europa y CCIS (*Common-channel Interoffice Signaling*) en USA. Para las redes digitales el ITU desarrolló desde 1980 solo el sistema **SS7**. El SSN°6 emplea un canal de 4 hilos que permite un

servicio dúplex. La transmisión digital se realiza mediante un módem de datos con modulación en 4 fases.

La trama consta de 8 ciclos de bloques y cada bloque se divide en 12 unidades de señal. Contiene: 5 bits de encabezado para el alineamiento, 4 bits de información, 11 bits de dirección y 8 bits de protección para control de errores.

La capacidad de un canal de señalización llega a 1350 vías telefónicas. El SSN^o6 se normalizó en el período de 1964 a 1972.

El SS7 se elaboró a partir de 1973 y sufre modificaciones para manejar los nuevos servicios de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN). Ambos surgen gracias a la evolución de los centros de conmutación con programa almacenado (SPC) (*Stored Program Control*); el primero para circuitos analógicos y el segundo para circuitos digitales.

Modelo de capas: El ITU-T ha fijado y diseñado el SS7 con el propósito de ser el único compatible con la red digital futura y con los servicios integrados ISDN. La estructura lógica del SS7 se fundamenta en el modelo de 7 capas de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI. El modelo se reduce a 4 capas para obtener un ahorro sustancial en el tiempo de procesamiento. De acuerdo con ITU-T Q.709 el retardo de señalización debe tener un límite en el 95% de las llamadas.

En la señalización por canal común la red de señalización puede ser distinta a la red de información debido a que se pretende una red redundante para asegurar al máximo la confiabilidad del mensaje. En otras palabras, se pretende que la comunicación entre procesadores de los centros de conmutación se mantenga aún cuando las condiciones de la red de transporte de información de usuario se encuentren interrumpidas.

Red Telefónica Básica

La red de telefonía básica está conformada por tres grandes módulos:

- **Módulo de Acceso**
- **Módulo de Conmutación**
- **Módulo Troncal**

El **Módulo de Acceso** está integrado por segmentos de red en cable de cobre o de fibra óptica:

- Segmento de Red Primaria
- Segmento de Red Secundaria
- Segmento de Dispersión

El **Módulo de Conmutación** puede estar integrado por una sola central telefónica de conmutación o por más de una. La configuración mínima de red permite la interconexión con las demás redes telefónicas adyacentes y/o complementarias. Este módulo está integrado por:

- Etapa de abonado
- Matriz de Conmutación
- Etapa Troncal
- Procesamiento y control

- Señalización
- Sincronía
- Gestión

Al **Módulo Troncal** pertenecen todos los equipos e infraestructura necesarios para la conexión entre las diferentes centrales telefónicas de conmutación, cuando hay más de una central en la red, y para la interconexión de la red con las demás redes telefónicas adyacentes y/o complementarias, mediante fibra óptica con tecnología SDH.

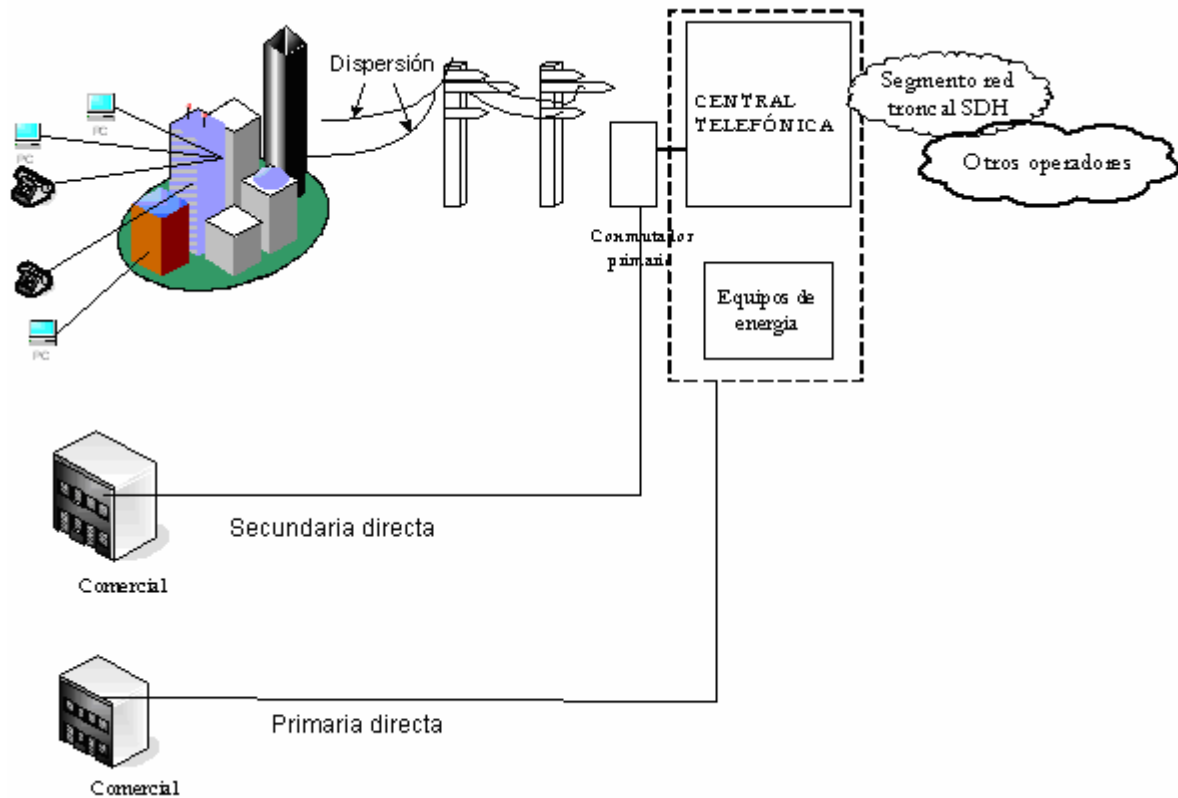


Figura 2.9 Diagrama esquemático de Red Telefónica Básica

Modulo de acceso: Está compuesto por el segmento primario y secundario.

Segmento de red primaria: Este segmento está comprendido entre los puntos de conexión (lado calle) de las regletas del Distribuidor General (*Main Distribution Frame, MDF*) y los puntos de conexión en las regletas del armario telefónico.

Segmento de red secundaria: Este segmento está comprendido entre los puntos de conexión del armario y los puntos de conexión en las cajas de dispersión.

Módulo de Conmutación

La central telefónica de conmutación es la encargada de atender las solicitudes de conexión proveniente de los abonados y/o de otras centrales o redes telefónicas y mediante el análisis del

número marcado por el usuario, encaminar el tráfico hacia su destino, el cual puede terminar en la misma central o ser enrutado hacia otras centrales o redes.

Modelo central y de conmutación de nodos

La relación entre los principales sub-módulos que conforman este modelo:

- **Acceso**
- **Señalización**
- **Conmutación y Control**
- **Gestión**

Módulo Troncal.

El segmento de red troncal interconecta dos centrales de la misma red o una central Tándem de la red con una central Tándem de otra red adyacente.

Interconexión: La posibilidad de conmutar todo tipo de llamada a través del mundo entero se realiza mediante una distribución jerárquica de nodos de distinta categoría:

- **Centrales Urbanas:** Son las que conectan a sus abonados (Líneas de abonado o para abonado) en topología estrella y que pueden tener hasta 10,000 abonados. Cada una de ellas se identifica por tres dígitos (o dos en ciudades pequeñas) conocidos como “característica”, que por unir zonas geográficas reducidas, se los suele asociar a una determinada área de una ciudad.
- **Centrales de tránsito:** Cuando en una ciudad, el número de centrales urbanas es muy grande, la construcción de enlaces troncales se hace muy costoso y complicado, dado que tendría que enlazar a todas ellas contra todas las demás. Entonces resulta conveniente la instalación de nodos de conmutación que se denominan “nodos de tránsito”. Estos nodos no llegan hasta los abonados, sino que unen Centrales Urbanas entre sí.
- **Centrales automáticas Interurbanas:** Permiten conmutar entre distintas ciudades. Se identifican por su número de discado interno. Poseen una estructura jerárquica con distintas categorías acorde a la importancia de la ciudad (cantidad de habitantes).
- **Centrales automáticas Internacionales:** Permiten conmutar entre distintos Países. Se identifican por su número de discado internacional. Poseen una estructura jerárquica con distintas categorías acorde a la importancia del País.

Tipos de línea: Existen distintos tipos de línea que se pueden contratar, las regulaciones de cada País establecen que tipos de servicios pueden ofrecer los proveedores de acceso. Las líneas se pueden analizar desde distintas ópticas, que se proponen a continuación:

- **Por la zona que ocupan en la red:**
 - Tecnologías de acceso a la red: Líneas telefónicas analógicas, RDSI, ADSL, entre otras.

- Tecnologías de tránsito: Son las que se emplean entre nodos, PDH, SDH, entre otras.
- **Por su conmutación:**
 - **Conmutada: (*Dial-Up*):**
 - Flexible.
 - Económica (Si es bajo el Tráfico).
 - Lenta y de baja calidad.
 - Bloquea si está ocupada.
 - **No Conmutada (Dedicada o punto a punto):**
 - Mayor volumen de tráfico y calidad.
 - Libre de bloqueos.
 - No es flexible.
- **Por su señal:**
 - **Analógica:** Su portadora es analógica (puede tomar un número infinito de valores en cualquier intervalo de tiempo), posee menor calidad en virtud de los amplificadores en su trayectoria que no permiten la eliminación del ruido.
 - **Digital: (DDS: Servicio de Datos Digital).**
 - Su portadora es digital (puede tomar un número discreto de valores).
 - Más segura y rápida.
 - Comunicaciones síncronas, desde 2.4 Kbps en adelante.
 - Transmisión libre de errores en un 99 %.
 - No necesitan módem, emplea DSU/CSU (Unidad de servicio de datos/Unidad de servicios de canal).
 - Presentan la posibilidad de operar por conmutación de circuitos o de paquetes, ésta última permita la creación de Circuitos Virtuales permanentes o conmutados.

Red Digital de Servicios Integrados (ISDN-RDSI)

La RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) puede ser vista como una progresión lógica de la digitalización de la red telefónica y el desarrollo de las redes digitales de datos. La señalización requerida para RDSI entre Centrales Públicas se basa en el Sistema de Señalización por Canal Común No. 7 que corresponde al ITU-T (SSCC 7). Un sistema basado en intercambio de información mediante mensajes entre Centrales.

El concepto de RDSI, fue originado durante los primeros estudios de las redes digitales para telefonía y datos. La RDSI al ser una Red Digital permite integrar señales analógicas, mediante la transformación Analógico-Digital, y digitales, ofreciendo una capacidad básica de comunicación de 64 Kbps. La integración de los diferentes servicios está asegurada debido a la estructura digital de la propia red, ya que las señales digitales se transforman de código y las analógicas, mediante técnicas de muestreo, se digitalizan para su posterior envío.

En la siguiente figura se muestra la arquitectura de red del la RDSI.

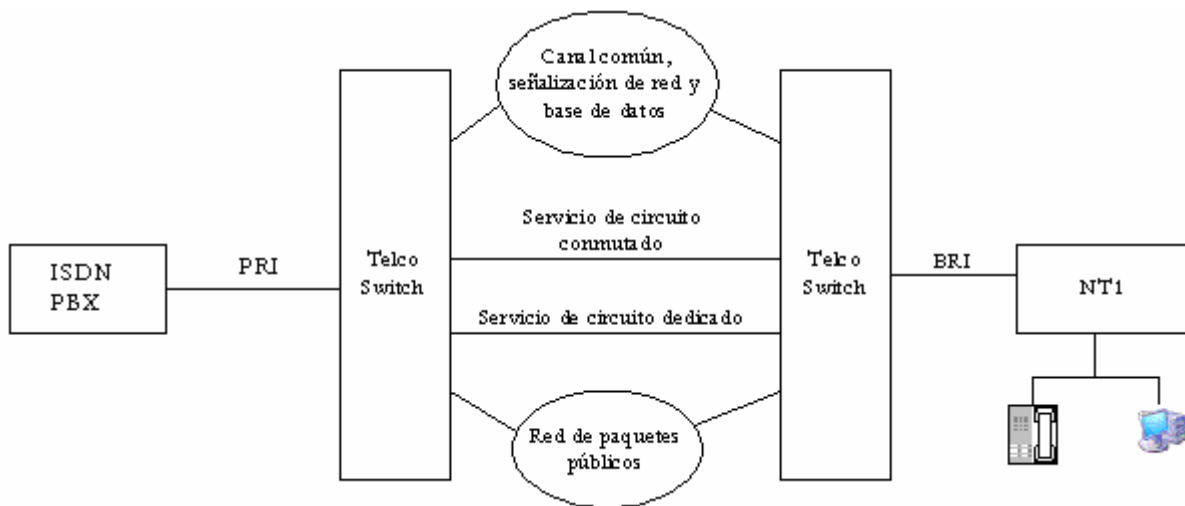


Figura 2.10 Arquitectura de red de la RDSI

Acceso Básico (2B+D)

Denominado Acceso Básico de Usuario o Acceso 2B+D, está formado por:

2B: Dos canales conmutados a 64 Kbps para transferencia de información extremo a extremo en modo digital.

1D: Un canal de señalización en modo paquete según el protocolo denominado LAPD (Protocolo de Acceso al Enlace por Canal D) con una velocidad efectiva de 16 Kbps. Debido a que este canal se mantiene mucho tiempo inactivo se especifica que puede emplearse para informaciones del cliente en modo paquete (recomendación X.25).

Es posible la utilización de ambos canales B para una misma comunicación, en realidad para Videotelefonía o Videoconferencia se emplean los dos canales de forma simultánea debido a que la utilización de un solo canal B no permite una conexión clara en imagen.

Acceso Primario (30B+D)

El Acceso Primario o Acceso 30B+D se constituye en la forma siguiente:

30B: 30 canales conmutados de velocidad 64 Kbps, para información de Cliente.

1D: Un canal de señalización a 64 Kbps, empleado también para el envío de información en modo paquete.

Como en todo sistema de transmisión digital necesitamos de elementos de sincronización, se añade un canal más a 64 Kbps para la sincronización de trama. De esta forma el Acceso Primario se compone de 32 canales de 64 Kbps ($32 \times 64 = 2048 \text{ Kbps} = 2 \text{ Mbps}$.)

Conclusiones

Bien es cierto que la red telefónica es el medio más común para todas las personas, quizá no de alta calidad, pero suficiente para mantener una comunicación en cualquier parte. Actualmente la telefonía tradicional esta pasando a segundo término, a pesar de que ésta ha evolucionado, ya no resulta ser tan rentable pues los planes tarifarios resultan ser más costosos, por ello grandes empresas han optado por el uso de otro tipo de tecnología aprovechando los recursos que tienen. Antes de querer implementar otra tecnología es necesario tener el conocimiento de la red telefónica básica ya que el aprendizaje de esta nos ayudara a entender la implementación de cualquier otra tecnología.

2.3 Voz sobre Frame Relay

Introducción

Frame Relay originalmente fue diseñado para ser usado a través de la red RDSI, constituye un método de comunicación orientado a paquetes para la conexión de sistemas informáticos. Además se utiliza principalmente para la interconexión de redes LANs y WANs sobre redes públicas y privadas.

Definición

Frame Relay es una interfaz de usuario dentro de una red de conmutación de paquetes de área extensa, que típicamente ofrece un ancho de banda comprendido en el rango de 56 Kbps y 2.048 Mbps. Este se originó a partir de las interfaces RDSI y se propuso como estándar al Comité Consultivo Internacional para Telegrafía y Telefonía (CCITT) en 1984. El comité de normalización T1S1 de los Estados Unidos, acreditado por el Instituto Americano de Normalización (ANSI), realizó parte del trabajo preliminar sobre Frame Relay.

Las conexiones a una red Frame Relay requieren un dispositivo de acceso como un FRAD (*Frame Relay Acces Device*) o un enrutador y una línea desde las instalaciones del cliente hasta el puerto del *switch* entrada a Frame Relay en la compañía de telecomunicaciones. Esta línea consiste en una línea digital alquilada la cual depende su ancho de banda del tráfico a cursar.

Dentro de las características de Frame Relay se encuentran los términos como circuitos virtuales permanentes (**PVCs**), y conexión de enlace de datos (**DLCIs**) los cuales se explican a a continuación.

Un **PVC** permanentemente establecidas las conexiones que son usadas frecuentemente y consisten en transferir datos de un punto final a otro punto final. Un **SVC** es una conexión temporal usado en situaciones que requieren solamente transferencia de datos esporádicos de un punto final a otro punto final. Un **DLCI** es simplemente el identificador local asignado por el proveedor, solo tiene un significado local el cual significa el valor de ellos mismos que no son únicos en la red Frame Relay.

Detalles adicionales de la tecnología Frame Relay y servicios

Los corporativos se están inclinando en implementar una red convergente, si no están bien diseñadas las interconexiones pueden tener una tendencia a ser caras. En los 90's las grandes compañías también vieron la emergencia de las nuevas aplicaciones LAN, donde estas fueran soportadas por las compañías de redes. En suma la transmisión de voz a través de la nueva norma aprobada ITU-T H.320 (H.323 en particular), donde pronto obtuvo un requerimiento real dentro de las empresas. Elevado ancho de banda dicta la introducción de una nueva alta capacidad de servicios y tecnologías en los corporativos.

Frame Relay es un protocolo de multiplexación estadística de datos capaz el cual soporta conectividades entre equipos de usuarios (como enrutadores) y *switches* Frame Relay. Este protocolo soporta la transmisión de datos a través de una trayectoria definida y la capacidad de transmitir unidades de datos de longitud variable sobre una conexión virtualmente asignada.

Parámetros de Clase de Servicio

A continuación se describen los parámetros usados dentro del protocolo Frame Relay para su contratación:

CIR: (Committed Information Rate, o tasa de información contratada): Tasa de transmisión a la cual el proveedor de servicio se compromete, en condiciones normales de operación, a aceptar datos desde el usuario y transmitirlos hasta el destino. Puede ser diferentes CIR en cada sentido del tráfico.

Bc: (Committed Burst Size o ráfaga comprometida). Es la cantidad de bits de ráfaga transmitidos en un periodo T a la tasa CIR ($CIR=Bc/T$). En las redes Frame Relay se permite al usuario enviar picos de tráfico a la red por encima de CIR, durante intervalos de tiempos muy pequeños, incluidos en el periodo T.

Be: (Excess Burst Size, o ráfaga en exceso): Es la cantidad de bits transmitidos en el periodo T por encima de la tasa CIR. Si la red tiene capacidad libre suficiente admitirá la entrada de este tipo de tráfico en exceso, marcándolo con DE activo.

Administración del tráfico

La notificación del tráfico toma lugar cuando un nodo de la red determina que tiene una congestión. Frame Relay implementa dos mecanismos de congestión:

- **FECN** (*Forward Explicit Congestion Notification*).
- **BECN** (*Backward Explicit Congestion Notification*).

El equipo de acceso que recibe tramas con el bit de control BECN activo puede reducir la cantidad de información enviada a la red hasta que ya no reciba más. El equipo de acceso conectado en el destino, que recibe tramas con el FECN activo, puede controlar al equipo de acceso conectado

en el origen, utilizando mecanismos de control de flujo y ventana de transmisión de niveles superiores. Las tramas con el bit DE activo pueden ser descartadas por la red si sigue habiendo congestión.

Consideraciones de voz

Frame Relay no es un servicio que provee mecanismos de grados de servicio. Por lo que no hay métodos explícitos para establecer niveles de Frame Relay, sin embargo existen técnicas que permiten el transporte de voz en estas redes como el procurar que no haya muchos saltos en la red. Además el *carrier* debe tener una conmutación y diferentes niveles (grado de servicio). Dado que Frame Relay es un protocolo orientado a conexión se establecen circuitos no hay bien definidos por lo que viajan los paquetes, el *jitter* se asegura en existen dos técnicas para la transmisión de voz: FRF.11 y FRF.12

Ventajas

- Alta velocidad y bajo retardo.
- Eficiencia.
- Buena relación costos/beneficio
- Transporte integrado de distintos protocolos de voz y datos.
- Simplicidad en la gestión.
- Interfaces estándares.

Servicios de Voz y Datos en Frame Relay

Durante mucho tiempo, a la vez que los servicios Frame Relay comenzaban a captar el interés de los usuarios europeos en aplicaciones específicas, como la interconexión de redes locales, los operadores se han visto obligados a no sugerir su uso para soportar comunicaciones de voz. Por razones de tipo tecnológico y de tipo normativo. Sin embargo, no sólo los operadores están ya en condiciones de proporcionar servicios Frame Relay capaces de cursar tráficos de voz y datos gracias a los avances técnicos, sino que, además, la legislación que regula el uso corporativo de la telefonía ha clarificado y ampliado el concepto de Grupo Cerrado de Usuarios, liberalizándolo de hecho en el ámbito interno de las empresas.

En consecuencia, Frame Relay resulta ser una opción para la transmisión de voz y es indudable atractivo que supone soportar sobre una misma línea las transmisiones de voz y datos de las corporaciones con las consiguientes ventajas económicas (mayor aprovechamiento del ancho de banda, tarifa plana...) y de control (un sólo operador y gestor de todos los servicios). Y si las circunstancias lo aconsejan, siempre queda la posibilidad de que las organizaciones instalen, operen y gestionen por sí mismas sus propias redes Frame Relay.

Posibles problemas de VoFR

Retardo en la comunicación

La calidad de la voz es extremadamente susceptible a los retardos. Estos, a su vez, se ven influidos por varios factores, como el número de saltos entre conmutadores (cuatro se considera como el número óptimo antes de que la calidad de la voz se deteriore), el tipo de troncal desplegada (Frame Relay, ATM), distancia (regional, nacional, internacional), actividad de red y congestión (pocos usuarios, muchos usuarios, tipo de tráfico) y compresión de voz (la codificación/decodificación incrementa el retraso). El retardo de extremo a extremo, caracterizado por que los paquetes de voz llegan tras largas interrupciones fijas, provoca conversaciones interrumpidas parecidas a las experimentadas en las comunicaciones por satélite. En casos extremos conduce además al fenómeno conocido como "hablar doble". Por su parte, el retardo diferencial, en el que el retardo entre paquetes de voz es variable, produce conversaciones entrecortadas y un deterioro perceptible de la calidad de la voz. El retardo es menos problemático en las redes privadas.

Cuando los FRADs (Dispositivos de Acceso de Frame Relay) están conectados por líneas alquiladas en una red mallada, sin conmutadores en medio, el retardo es causado por el mecanismo de prioridad de acceso y la codificación/decodificación de la compresión de voz de los FRADs. (Todo ello crea un retardo aceptable de extremo a extremo). Asimismo, si la topología de la red incluye conmutadores centrales, el gestor de red puede priorizar la voz en el conmutador. Como las variables de saltos entre conmutadores, distancia y congestión son conocidas y controlables, el retardo es más o menos constante y deja de suponer un factor crítico. Las redes Frame Relay públicas tienen sus propias características. Dependiendo de las variables ya mencionadas, los retardos de extremo a extremo pueden ser de entre 25 y 250 milisegundos. Y a medida que el tráfico de la red se incrementa y aparecen situaciones de congestión, el retraso diferencial puede llegar a suponer un verdadero problema. Por esas razones, los operadores no quieren comprometerse en garantizar un retardo constante como parte de su contrato de calidad de servicio. Para compensar los efectos del retraso fijo de extremo a extremo, los fabricantes incorporan canceladores de eco a sus FRAD. El retraso diferencial es tratado por la memoria intermedia (*buffer*) de fluctuación de fase (*jitter*) del FRAD, y se puede establecer manualmente a través de pruebas y errores, o automáticamente, basándose en la medida del retraso diferencial actual.

La ventaja de este enfoque es que permite ahorrar dinero a los usuarios; asimismo, en caso necesario, cada sub-DLCI puede ser un número de teléfono distinto.

Multiplexación

Uno de los componentes clave del transporte de voz sobre Frame Relay (VoFR) es el servicio de multiplexado, el cual soporta múltiples canales de voz y datos sobre una simple conexión Frame Relay. En la figura 2.8 se puede observar como múltiples cadenas de tráfico de usuario (llamados subcanales) consistentes en diferentes flujos de transmisión de voz y de datos son multiplexados a través de un DLCI.

VoFR es el responsable de repartir las tramas en el receptor en el orden en que fueron enviadas por el transmisor (ver figura 2.11).



Figura 2.11 Multiplexación

Subcanales y DLCIs

En la figura 2.10 se muestra la relación de los subcanales y los DLCIs. Las aplicaciones de los usuarios A y B son multiplexadas en un circuito virtual, identificado con DLCI 5. La aplicación del usuario C es multiplexada en otro circuito virtual, identificado con DLCI 9. Es responsabilidad del Gateway VoFR ensamblar los subcanales en la trama VoFR.

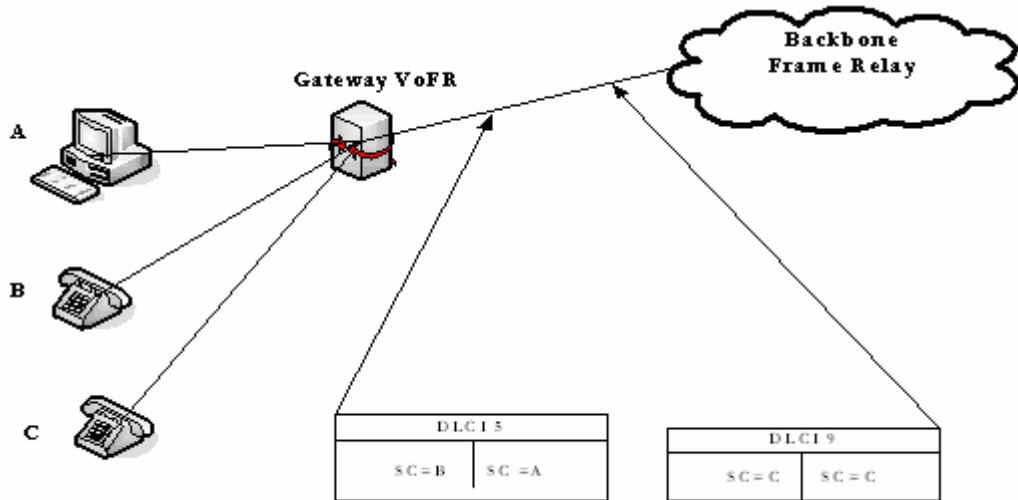


Figura 2.12 Relación de los subcanales y los DLCIs.

Formato de las tramas

El tráfico de voz y de datos es multiplexado dentro de un enlace de conexión de datos VoFR. Cada tipo de información es empaquetada en una subtrama dentro del campo de información de la trama. Las subtramas son combinadas dentro de una única trama para incrementar la eficiencia de procesamiento y de transporte.

Cada subtrama contiene su encabezado y su carga útil, el encabezado identifica el subcanal de voz/datos y cuando se requiere, el tipo de carga útil y el tamaño.

En la figura 2.13 se muestra un único DLCI soporta tres canales de voz y un canal de datos, en donde los tres canales de voz son empaquetados en una trama y el canal de datos es empaquetado en la trama siguiente.

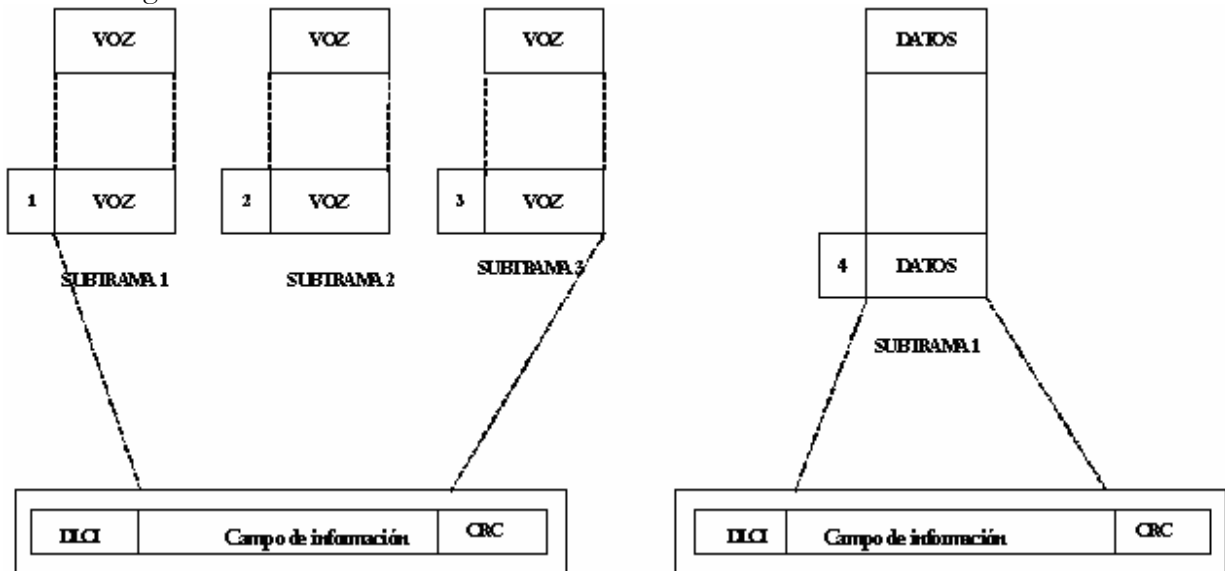


Figura 2.13 Formato de trama

Formato de la subtrama

Cada subtrama consiste de un encabezado de longitud variable y la carga útil. La mínima longitud del encabezado es de un octeto, este contiene los bits menos significativos del identificador del canal de voz/datos junto con los indicadores de extensión y longitud. Otro octeto contiene los bits más significativos del canal de voz/datos y el tipo de carga útil está presente cuando la indicación de “Extensión” esta marcada. Un octeto que indica la longitud de la carga útil esta presente cuando la indicación de “Longitud” esta activada. (Ver figura 2.14).

Bits								Octeto
8	7	6	5	4	3	2	1	
E1	L1	Identificación de subcanal (CID) (6 bits menos significativos)						1
CID	0 Reserva	0 Reserva	Tipo de carga útil					1 ^a
Longitud de carga útil								1b
Carga útil								p

Figura 2.14 Formato de subtrama

Indicación de Extensión (octeto 1): El bit de indicación de Extensión (EI) es marcada para indicar la presencia del octeto 1a. Este bit debe ser marcado cuando el valor de identificación de subcanal es mayor a 63 o cuando se indica el tipo de carga útil.

Indicación de Longitud (octeto 1): El bit de indicación de longitud (LI) es marcada para indicar la presencia del octeto 1b. El bit LI de la ultima subtrama contenido dentro de una trama es siempre borrado y el campo de longitud de trama no esta presente. Los bits LI son marcados para cada una de las subtramas precedentes a las últimas subtramas.

Indicación de subcanal (octetos 1 y 1a): Los seis bits menos significativos de la identificación de subcanal son codificados en el octeto 1. Los dos bits más significativos de la identificación de subcanal son codificados en el octeto 1^a. Un valor de cero en los dos bits mas significativos esta implícito cuando el octeto 1a no esta incluido en el encabezado VoFR.

Tipo de carga útil (octeto 1a): Este campo indica el tipo de carga útil contenido en la subtrama.

BITS				TIPO DE CARGA
4	3	2	1	
0	0	0	0	Sintaxis de transferencia de carga útil primaria.
0	0	0	1	Sintaxis de transferencia de dígitos marcados.
0	0	1	0	Sintaxis de transferencia de bits de señalización.
0	0	1	1	Sintaxis de transferencia de FAX.
0	1	0	0	Descriptor de información de silencio.

Tabla 2.4

Longitud de la carga útil (octeto 1b): La longitud de la carga útil contiene el número de octetos que siguen al encabezado. Este octeto indica la presencia de dos o más subtramas en el campo de información de la trama.

Carga útil: La carga útil contiene alguno de los tipos de carga que fueron definidos en el octeto de tipo de carga útil.

Codificación de la voz

En el caso en que se este transmitiendo trafico de voz, el VFRAD es el encargado de digitalizar la voz.

Usando la codificación PCM se obtiene una tasa de bits de 64 Kbps, la cual es muy alta para transmitir una gran cantidad de flujos de voz simultáneos, es por eso que se usan otros codificadores de voz (detallados en la tabla siguiente) que permiten reducir la tasa de bits sin degradar de manera significativa la calidad de la voz.

Documento de referencia	Descripción.
ITU G.729	Codificación de voz a 8 Kbps usando codificación “Estructura Conjugada-Codificación Predictiva Lineal Exitada Algebraica” (CSACELP).
ITU G.711	Modulación de pulso codificado.
ITU G.726	Modulación de pulso codificado Adaptiva Diferencial a 40, 32, 24, 16 Kbps (ADPCM).
ITU G.727	Modulación de pulso codificado Adaptiva Diferencial de muestra enclavada de 5, 4, 3 v 2 bits.
ITU G.764	Protocolo de voz paquetizada.
ITU G.728	Codificación de voz a 16 Kbps usando codificación de predicción lineal exitada de bajo retardo.
ITU G.723.1	Codificador de voz para comunicaciones multimedia de doble velocidad transmitiendo a 5.3 y 6.3 Kbps
ITU G.723.1 Anexo A	Esquema de compresión de silencio.
ITU G.723.1 Anexo B	Especificación alternativa basada en aritmética de punto flotante.
ITU G.723.1 Anexo C	Esquema de codificación de canal escalable para aplicaciones inalámbricas

Tabla 2.5

Transmisión de los dígitos telefónicos

Cuando usamos Frame Relay para transmitir señales de voz debemos transmitir también los dígitos telefónicos correspondientes al teléfono al cual queremos comunicarnos, a continuación explicamos como se realiza esta transmisión.

La carga útil de los dígitos marcados contiene los dígitos entrados por el usuario que realiza la llamada y otros parámetros de control. La transmisión ocurre sobre una red digital y las señales telefónicas son Dual Tono Multi-Frecuencia (DTMF), es por ello que DTMF no esta permitido en las especificaciones VoFR y las señales analógicas son substituidas por representaciones binarias.

Se usa una ventana de 20 ms para codificar el flanco que ocurre cuando se pulsa o se suelta un dígito. Este es el tiempo delta ,0 a 19 ms, desde el comienzo de la trama actual en ms. Si no hay

transición, la ubicación del disparo será marcada a 0 y el tipo de dígito de la ventana previa será repetido.

La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo los dígitos marcados son puestos en la carga útil. Cuando el transmisor VoFR detecta un dígito marcado comienza a enviar la carga útil, la cual es repetida cada 20 ms. Cada carga cubre 60 ms de información de dígitos pulsados/soltados. Consecuentemente hay una redundancia de información. El receptor VoFR recibe la carga de dígitos marcados, este genera los dígitos marcados de acuerdo a la ubicación del flanco ascendente y descendente. Después de un disparo descendente y antes de uno ascendente se aplica silencio y los dígitos son generados después de un flanco ascendente y antes de uno descendente.

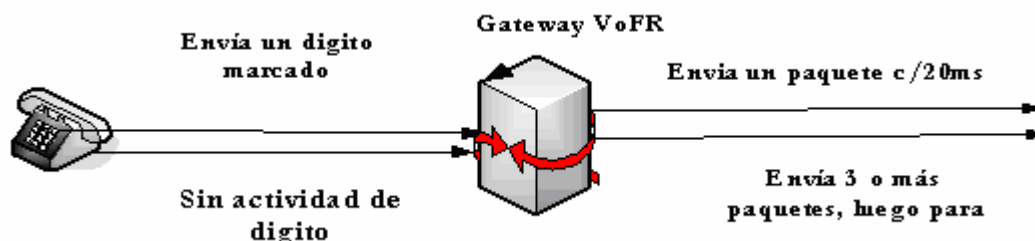


Figura 2.15 Dígitos marcados opuestos a la carga

Conclusiones

Frame Relay no es un protocolo especialmente diseñado para soportar tráfico multimedia, audio y vídeo en tiempo real. No hay garantías sobre el retardo de tránsito, pero en la práctica las redes suelen estar bien dimensionadas y el retardo de tránsito es pequeño y no varía apreciablemente.

Además la disponibilidad de estas redes es muy alta, y por todo ello muchas compañías usan redes FR para cursar este tipo de tráfico. En general se considera que son suficientemente buenas para cursar tráfico telefónico, lo más importante (más que la probabilidad de error) es tener una elevada disponibilidad.

VoFR cobra un mayor sentido y resulta más fácilmente justificable es en aquellos entornos controlados donde pueda soportar todo el tráfico de voz intracorporativo entre distintas sedes y oficinas empleando las instalaciones ya desplegadas para cursar el tráfico de datos interno. Del mismo modo, también su uso es recomendable cuando se está conectado a las redes internas de algún proveedor de servicios de voz. En el caso del tráfico corporativo interno, los usuarios con anchos de banda Frame Relay inutilizados pueden ahorrar dinero haciendo llamadas de voz y fax aprovechando el uso de esos anchos de banda.

Dado el auge de IP, el equipamiento resulta más barato y el desarrollo de aplicaciones y técnicas por lo que resulta indudablemente migrar el uso de técnicas basadas en IP ya que FR cada vez resulta menos utilizada y con un relativo menor desarrollo.

2.4 Voz sobre ATM (*Asynchronous Transmission Mode*)

Introducción

ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) es un estándar de la ITU-T, para la conmutación de celdas donde la información para múltiples tipos de servicios, como voz, video y los datos, se transporta en celdas pequeñas de tamaño fijo.

Algunas características básicas de esta tecnología son:

- Celdas de 53 octetos.
- Soporta múltiples tipos de servicios.
- Protocolo orientado a conexión.
- Es aplicable al tráfico en redes LAN y WAN.
- ATM tiene circuitos virtuales simulando una PSTN.
- ATM minimiza el retardo.

ATM es producto de los esfuerzos del estándar de la BISDN (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha) de la ITU-T. Concebida originalmente como una tecnología de transporte a alta velocidad para voz, video y datos a través de redes públicas.

Formato básico de la celda ATM

ATM transfiere la información a través de unidades de tamaño fijo llamadas celdas. Cada celda consta de 53 octetos o bytes. Los primeros 5 bytes contienen información del encabezado de la celda y los 48 bytes restantes contiene la “carga útil” (información del usuario) Las celdas pequeñas de tamaño fijo son muy adecuadas para la transferencia de tráfico de voz y video.



Figura 2.16 Celda ATM

Formato del encabezado de celda ATM

Un encabezado de celda ATM puede tener uno de dos formatos: UNI (*User-to-Network Interface*) o NNI (*Network Node Interface*). El encabezado UNI se utiliza para la comunicación entre puntos terminales de ATM y switches ATM en las redes ATM privadas. El encabezado NNI se utiliza para la comunicación entre switches ATM. A diferencia del encabezado UNI, el encabezado NNI no incluye el campo GFC (*Generic Flow Control*). Además, el encabezado NNI tiene un VPI (*Virtual Path Identifier*) que ocupa los primeros 12 bits, y permite que haya troncales mas grandes entre switches públicos ATM.

Campos del encabezado de la celda ATM

GFC (*Generic Flow Control*): Proporciona funciones locales como la identificación de múltiples estaciones que comparten una sola interfase de ATM. En general este campo no se utiliza y se fija en su valor predeterminado.

VPI (*Virtual Path Identifier*): En conjunto con el VCI, identifica el siguiente destino de una celda conforme ésta pasa a través de una serie de switches ATM en camino hacia su destino.

VCI (*Virtual Channel Identifier*): En conjunto con el VPI, identifica el siguiente destino de una celda conforme ésta pasa a través de una serie de switches ATM en ruta a su destino.

PT (*Payload Type*): Indica en el primer bit si la celda contiene datos del usuario o datos de control. Si la celda contiene datos del usuario, el segundo bit indica si hay saturación y el tercer bit indica si la celda es la última de una serie de celdas que representan una sola trama AAL5 (Capa de adaptación ATM).

CLP (*Congestion Loss Priority*): Indica si la celda se debiera eliminar al encontrar un alto grado de saturación a su paso por la red. Si el bit CLP es igual a 1, la celda se deberá eliminar para dar preferencia las celdas cuyo bit CLP sea igual a cero.

HEC (*Header Error Control*): Calcula la suma de verificación solo en el encabezado mismo.

Servicios ATM

Hay tres tipos de servicios en ATM: PVC (*Private Virtual Connection*), SVC (Conexiones Virtuales Conmutadas) y servicio sin conexión.

Una PVC permite la conectividad directa entre sitios. De esta forma, una PVC es similar a una línea privada. Una de las ventajas de una PVC es que garantiza la disponibilidad de una conexión y no requiere los procedimientos asociados con el establecimiento de llamada entre switches. Las desventajas de las PVCs son, entre otras, la conectividad estática el establecimiento manual.

Una SVC se genera y libera dinámicamente y permanece en su uso sólo mientras se lleva a cabo la transferencia de datos. En este sentido, es similar a una llamada telefónica. El control dinámico de la llamada requiere un protocolo de señalización entre el punto Terminal de ATM y el switch ATM.

Clases de servicio: VBR, CBR, UBR y ABR

Las categorías de servicio ATM han sido definidas por las organizaciones de estandarización ITU-T y por el ATM Forum. La arquitectura de servicios provista en la capa ATM consiste de cinco categorías de servicios, en donde cada categoría de servicio está designada para un grupo particular de aplicaciones:

- *Constant Bit Rate (CBR)*.
- *Variable Bit Rate (VBR)*.
- *Available Bit Rate (ABR)*.
- *Unspecified Bit Rate (UBR)*.

Estas categorías se empleadas para diferenciar entre diferentes tipos específicos de conexiones, en donde cada una de las mismas posee unas características de tráfico y de parámetros QoS particulares.

Servicio CBR

La categoría de servicio CBR es empleada por conexiones que requieren de una cantidad de ancho de banda constante (estática), la cual está continuamente disponible durante el tiempo de vida de la conexión. Esta cantidad de ancho de banda está caracterizada por el valor PCR. La red garantiza una velocidad de celda de cresta (PCR), la cual es la máxima velocidad de datos que la conexión ATM puede soportar sin riesgos de pérdida de celdas.

El servicio CBR soporta aplicaciones en tiempo real que requieren una determinada variación de retardo CTD (*Cell Transfer Delay*) y CDV (*Cell Delay Variation*) (tales como, voz, video, emulación de circuitos), pero no necesariamente están restringidos a estas aplicaciones.

En la siguiente tabla se muestran los cinco métodos estándar para transmitir voz como categoría de servicio de CBR. Cada uno de estos es ofrecido sobre SVCs.

Formato de voz	Estándar
64Kbps PCM	ITU-T G.711
64Kbps ADPCM	ITU-T G.722/G3725
16/24/32/40Kbps ADPCM	ITU-T G.726
1-8Kbps voz para paquetes de 20ms	IS-54/95 voz inalámbrica

Tabla 2.6

Servicio VBR

Este servicio se divide en VBR-rt y VBR-nt.

VBR-rt (Variable Bit Rate Real Time): soporta aplicaciones en tiempo real, que requieren un determinado retardo (CDT) y variación de retardo (CDV).

Esta clase de servicio puede ser empleada en aplicaciones de compresión de video con velocidad variable. Se asume que las celdas que son retardadas más allá del valor especificado por la CTD deben ser de valor muy poco significativo para la aplicación. El servicio VBR-rt puede soportar el multiplexaje estadístico de fuentes de tiempo real.

Servicio nrt-VBR (Variable Bit Rate- no real time): La categoría nrt-VBR soporta aplicaciones que no son en tiempo real y cuyas características de tráfico son en ráfagas. Es caracterizada por una PCR

(*Peak Cell Rate*), SCR (*Sustained Cell Rate*) y MBS (*Maximum Burst Size*). El servicio VBR-nrt puede soportar el multiplexaje estadístico de conexiones.

La siguiente tabla compara los beneficios y costos del tráfico de voz sobre un VS CBR vs un rt-VBR VC.

Atributo	CBR	rt-VBR
Costo de VC	Muy caro	Barato
Uso del ancho de banda	Menos eficiente	Más eficiente
Calidad de voz	Efectivamente sin pérdida	Posibilidad de pérdida

Tabla 2.7

Servicio ABR

Está diseñada para soportar aplicaciones que no pueden caracterizar efectivamente su comportamiento de tráfico durante el establecimiento de la conexión, pero que pueden adaptar su tráfico, bien sea incrementando o reduciendo su velocidad de retroalimentación. Para esto ABR emplea un mecanismo de control de flujo el cual soporta diversos tipos de feedback para controlar la velocidad de la fuente en respuesta a cambios en las características de transferencia de la capa ATM. La categoría de servicio ABR no está planificada para soportar aplicaciones en tiempo real.

El sistema final, durante el establecimiento de la conexión ABR, debe especificar a la red dos valores:

- El máximo ancho de banda requerido, denominado PCR.
- El mínimo ancho de banda a utilizar, denominado MCR. MCR puede ser cero.

ABR está diseñado para mapear los protocolos LAN existentes, los cuales emplean tanto ancho de banda como sea disponible desde la red, el cual puede ser retrocedido o almacenado en buffer en presencia de congestión. Debido a esto ABR es ideal para el tráfico LAN a través de redes ATM.

Servicio UBR

La categoría de servicio UBR soporta aplicaciones que no son críticas, que no son en tiempo real, y que por lo tanto, no requieren un determinado retardo o variación de retardo. El servicio UBR soporta un alto grado de multiplexaje estadístico entre fuentes.

UBR no ofrece ningún servicio garantizado. No existe ningún compromiso numérico en cuanto a garantía en pérdida de celdas (CLR, *Cell Loss Ratio*) o la existencia de un límite superior de retardo (CTD, *Cell Transfer Delay*), por lo tanto, no requiere de ningún conocimiento previo sobre las características del tráfico. El control de congestión en UBR puede ser realizado en capas superiores o empleando una base extremo a extremo.

El servicio UBR es indicado por el Indicador “*Best Effort*” en el elemento de información “*ATM user cell rate*”.

UBR no dispone de ningún mecanismo de control de flujo para controlar o limitar la congestión y sólo está presente la notificación de congestión, la cual puede ser empleada por los sistemas finales para adaptarse al estado de congestión de la red. Es por esto que es conveniente que los switches ATM soporten tamaños de *buffers* adecuados para minimizar la probabilidad de pérdida de celda cuando múltiples ráfagas prolongadas de datos son recibidas al mismo tiempo en el switch o implementen mecanismos de control, tales como el uso del EFCI bit (*Explicit Forward Congestion Indication bit*). Sin embargo, tal y como está especificado en el ATM Forum, el uso del bit EFCI es opcional para los sistemas finales, por lo tanto, la red no debe confiar en este mecanismo de control de congestión.

Modelo de referencia ATM

La arquitectura de ATM utiliza un modelo lógico para describir la funcionalidad que soporta. La funcionalidad de ATM corresponde a la capa física y parte de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

El modelo de referencia ATM se compone de las siguientes capas:

- *Capa física*: es análoga la capa física del modelo de referencia OSI y administra la transmisión dependiente del medio físico de transmisión.
- *Capa ATM*: Combinada con la capa de adaptación de ATM, la capa ATM es, análoga, a grandes rasgos, a la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. La capa ATM es responsable de establecer conexiones y pasar celdas a través de la red ATM.
- *ALL (Capa de Adaptación de ATM)*: combinada con la capa ATM la AAL es análoga a la capa de enlace de datos del modelo OSI. La capa AAL es responsable de aislar los protocolos de capas superiores de los detalles de los procesos de ATM.

Capas de adaptación de ATM: AAL1

La AAL1, un servicio orientado a la conexión, es adecuada para el manejo de aplicaciones de emulación de circuitos como voz y videoconferencia. La AAL1 requiere la sincronización de temporización entre origen y destino. Por esta razón, la AAL1 depende de un medio, como SONET, que soporta la temporización.

Capa de adaptación de ATM: AAL2

Es una norma especificada en la recomendación I.363.2 (1997) de ITU-T. Permite multiplexar varios flujos de información sobre las mismas conexiones ATM por ejemplo, varias llamadas de voz codificadas a baja velocidad y con supresión de silencios

La intención de AAL2 es proporcionar el apoyo para el transporte de ATM de circuito orientado por conexión y VBR paquetizando audio y de vídeo. Los servicios proporcionados por AAL2 incluyen transferencia de unidades de datos de servicio en un VBR, transferencia de

información de tiempo entre fuente y destino, indicación información perdida o errónea. Algunas normas actualmente usan AAL5 o AAL1 por delante de normas formales AAL2.

AAL2 es dividido en dos sub-capas: la Sub-Capa de Parte Común (CPS) y el Servicio Sub-Capa de Convergencia Específica (SSCS).

Capas de adaptación ATM: AAL3/4

AAL3/4 soporta datos orientados y no orientados a la conexión. Fue diseñado para proveedores de servicios de red.

Capas de adaptación ATM: AAL5

AAL5 es la AAL principal para datos y soporta datos orientados y no orientados a la conexión. Se utiliza para transferir la mayor parte de los datos que no son SMDS (Servicio de Datos Conmutados a Multimegabit). A AAL5 también se le conoce como SEAL (Capa de Adaptación Simple y Eficiente) ya que la subcapa SAR (Segmentación y Reensamblaje) simplemente acepta la PDU (Unidad de Datos de Protocolo) de CS (Subcapa de Convergencia) y la segmenta en PDU de SAR de 48 octetos sin agregar ningún campo adicional.

Calidad de servicio en ATM

ATM soporta las garantías de QoS que comprenden el contrato, formateo y política de tráfico.

Un contrato de tráfico especifica los valores del ancho de banda pico, el ancho de banda promedio sostenido y el tamaño de la ráfaga, entre otros.

El uso de colas, es la forma de tráfico para limitar las ráfagas de datos, limitar las tasas de datos pico y suavizar los desfases para que el tráfico no salga de los parámetros establecidos que en conjunto forman lo que se le denomina como “envoltura”. Los dispositivos ATM son responsables de adherirse al contrato a través de la *forma de tráfico*. Los switches ATM pueden utilizar la política de tráfico real y compararlo con la envoltura de tráfico que se convino.

Uno de los beneficios primarios de *end-to-end* ATM es la capacidad de integrar tráfico de voz y datos. Las opciones de ahora para voz sobre ATM incluyen:

- Emulación de circuitos sobre CBR
- Voz con supresión de silencios sobre rt-VBR

Consideraciones de Diseño de Red

Aunque ATM sea equipado con transferencia de voz sobre la red de manera eficiente, ATM no sería bastante popular hasta la vuelta del milenio. Los motivos son la competencia con otras

tecnologías, como Ethernet 100-Mbps Ethernet/Gigabit que provee servicios similares con la mejora de infraestructura mínima para ser hecha. Pero, cuando WAN es considerado, ATM tiene su propio lugar sobre sus tecnologías que compiten para los mismos motivos de los que hablamos. Algunos de ellos son:

Eco

Esto es un fenómeno, donde la señal de voz transmitida es reflejada. Dependiendo del eco, puede interrumpir el flujo normal de conversación. Su severidad depende de la tardanza de tiempo de ida y vuelta. Esto es encontrado si la tardanza de tiempo de ida y vuelta es más que 30 ms, el eco se hace significativo, que hace la conversación normal sea difícil.

Retardo de punta a punta

La voz es la más sensible a variaciones de retardo. El retardo puede tener dos efectos sobre el funcionamiento de comunicación. El retardo puede interferir con la dinámica de comunicación de voz, el aumento de retardos hace más ecos. Cuando el retardo esta por encima de 30 ms, se requieren circuitos que controlen el eco.

Según la Recomendación G.114 de ITU-T los límites de retardo siguientes durante el tiempo de transmisión de dirección única para conexiones con el control de eco adecuado son considerados aceptables se muestran en la siguiente tabla.

Retardo	Aceptabilidad.
0 - 150 ms	Aceptable para la mayor parte de uso de usuario.
150 - 400 ms	Aceptable cuando el impacto sobre la calidad es consciente de esto.
400 ms	Inaceptable

Tabla 2.8 Limites de retardo

Supresión de Silencio

La voz en su naturaleza inherente es variable. Esto es encontrado que sobre un promedio, la voz humana tiene un factor de actividad de discurso de aproximadamente el 42 %. Hay pausas entre oraciones y palabras sin el discurso en la una o la otra dirección. También la comunicación de voz es *half-duplex*. Esto es, una persona es silenciosa mientras la otra habla. Uno puede aprovechar estas dos características para ahorrar la amplitud de banda parando la transmisión de células durante estos períodos silenciosos. Conociendo esto como la supresión de silencio.

Señalización

Esto se relaciona con la utilización eficiente de recursos y la transferencia de control y la información señalada. Hay dos partes en una llamada de voz - las muestras de voces reales y la información señalada, como el número marcado, el estado *on-hook/off-hook* de la llamada, y otro

encaminamiento y controlan la información. Esta señalización puede ser codificada y puede ser enviada como el Canal Común de Señalización (CCS), donde la información señalada de canales diferentes es agregada en solo un canal señalado, y la señalización por canal asociado, donde la información señalada es encajada dentro de cada canal de voz discreto.

Normas y Datos específicos.

Existen muchas aplicaciones disponibles para el transporte de voz sobre ATM. Cada aplicación tiene diferentes requerimientos para el transporte de voz basadas en el tipo de redes que operan y todas estas están definidas. Pero antes se hablará de las tres clases principales de tipo de red en el que operan.

Operadores Nacionales o Internacionales típicamente tienen un servicio de PSTN extenso que funciona sobre SDH/SONET o la infraestructura PDH. Cuando la amplitud de banda es limitada habrá una exigencia para integrar la voz y el tráfico de datos, para los motivos de eficacia en una red sola de ATM.

Added Network Suppliers adquieren licencias para proveer servicios de comunicación. En vez de tener su propia infraestructura de transmisión, ellos compran ancho de banda de operador primario

Con este escenario, dos modelos de transporte de voz han pasado. Uno se conoce como “la voz *trunking*” y el otro “la conmutación de voz”.

Voz Trunking

Esto implica construir un tráfico de voz sobre la red de ATM entre dos puntos finales fijos. Esto es un mecanismo apropiado para unirse de sitios de interruptor de voz, PBXs. Aquí, la red no es necesitada para tratar o terminar la señalización de otro.

Conmutación de Voz

Aquí, la red de ATM interpreta la voz, la información señalada y se enruta la llamada a través de la red. En la conmutación de voz, el *switch* de ATM recibe una llamada y la enruta al destino apropiado. La red VPN (*Virtual Private Network*) se ajusta de manera apropiada para este tipo de funcionalidad. Para este tipo de solución de red, las redes de ATM tienen que interpretar la señalización proporcionada de la red de voz. Antes, esto planteó un desafío principal dado que las normas señaladas eran propietarias. Actualmente, muchos vendedores proporcionan en ATM las soluciones basadas que son capaces de interpretar la señalización proporcionada por sus propios switches de voz.

El foro de ATM y el grupo de trabajo VTOA, que activamente es implicado en estándares que se desarrollan voz sobre redes de ATM, ha desarrollado normas que podrían ofrecer ventajas comerciales u operacionales directas a cualquier usuario. Estas normas permiten al tráfico de voz ser transferidas sobre una red de ATM de una manera más eficiente que cualquier paquete o infraestructuras basadas TDM.

El Foro de ATM ha definido tres accesos principales a la transmisión de la voz sobre una red de ATM. Estos son:

- Servicios de Emulación de Circuito (CES), que es usado llevar circuitos llenos o fraccionarios E1/T1 entre puntos de final.
- Amplitud de banda Dinámica CES (DB-CES).
- ATM *Trunking* de Servicios De banda estrecha que usan AAL2.

Servicios de Emulación de Circuito (CES)

El Foro de ATM definió un estándar en enero de 1997, AF-VTOA-0078.000, llamado como “Especificación de Interoperabilidad de Servicios de Emulación de Circuito (CES-ES)”, para soportar el tráfico CBR sobre ATM. Es un estándar estable y confiable, que ha sido puesto en práctica por proveedores de equipo de ATM.

La emulación de circuito permite al usuario establecer una conexión AAL1 para soportar un circuito, como T1 lleno o E1, sobre el *backbone* de ATM. En la utilización CES, la red de ATM proporciona un mecanismo transparente de transporte para vario CBR servicios basados en AAL1. Esto expresamente cubre los tipos siguientes de servicios CBR:

1. Estructurado DS1/E1 $n * 64$ kbps (DS1/E1 fraccionario) servicio.
2. Inestructurado DS1/E1 (1.544 Mbps, 2048-Mbps) servicio.
3. Inestructurado DS3/E3 (44.736-Mbps, 34.368Mbps) servicio.
4. Estructurado J2 $n*64$ -kbps (J2 fraccionario) servicio.
5. Inestructurado J2 servicio (6.312-Mbps).

Ancho de Banda Dinámico CES (DBCES)

Las limitaciones en CES causaron el desarrollo de un estándar nuevo del grupo de trabajo el Foro VTOA de ATM, [**AF-VTOA-0085.000**], en julio de 1997.

El objetivo de este estándar es de descubrir *timeslots* activo o inactivo de una jerarquía TDM el tronco de un PBX o el multiplexor y la caída del *timeslot* de la siguiente estructura ATM. Esto permite para usar este ancho de banda de nuevo en otros servicios como CBR, VBR, UBR, ABR.

ATM *Trunking* de Servicios de banda estrecha que usan AAL2

CES trata a la voz como una transmisión constante de información codificada basada en CBR. Pero en otro sentido, la voz es una combinación de conversación y silencio. El transmitir silencios resulta ser un desperdicio de ancho de banda. Estos mecanismos típicamente reducen al mínimo los problemas de retardo de construcción de celdas transmitiendo la voz como un comprimido de 64 kbps. Tales accesos niegan al operador de red ganar ancho de banda significativo de tecnologías de compresión de voz.

Beneficios de los usuarios

Una ventaja principal de ATM *trunking* usando AAL2 para servicios de banda estrecha es el ahorro de ancho de banda. Esto puede ser logrado mediante:

- La compresión de la voz, ya que la asignación del ancho de banda es menor por llamada.
- Liberar ancho de banda cuando el uso de voz no lo necesita (cuando el que habla esta callado o cuando la llamada es completada).
- El enrutamiento y conmutación de llamadas de banda estrecha sobre una base, esto mejorará el funcionamiento y la eficacia.

Conclusiones

ATM integra voz y datos en una sola red. Encontramos que para transmitir la voz sobre una red, se tienen varios desafíos técnicos, como QoS, la señalización, y la sincronización. Las normas fueron desarrolladas en los años 1990 posteriores del grupo de trabajo VTOA del Foro ATM. Un estándar sobre Servicios de Emulación de Circuito (CES) fue definido en 1997, que contuvo datos específicos para transportar la voz como una clase de tráfico CBR. La especificación permitió al usuario establecer una conexión AAL1 para apoyar un circuito T1/E1 sobre el *backbone* de ATM. Más tarde, para explotar las ventajas de tráfico de voz, el Ancho de Banda Dinámico DCES fue definida en julio de 1997. La capa de adaptación nueva, AAL2 entonces fue diseñada por la ITU-T, enfocada en la transmisión de la voz como el tráfico VBR y el suministro de la mejor calidad de servicio. El Foro ATM entonces subió con un estándar en febrero de 1999, “el ATM *Trunking* usando AAL2 para servicios de banda estrecha”, que tomó las ventajas de los rasgos proporcionados por AAL2 para transmitir la voz.

Las normas llevan tiempo para establecerse, por lo que la introducción de la tecnología ha sido paulatina. Una vez que esto es hecho, administradores de red y los abastecedores de servicio pueden reflexionar en la inversión sobre estos productos a redes de ATM de sistema para el tráfico de voz, con el fin de alcanzar ahorros principales en el uso del ancho de banda y conectar una red.

2.5 Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP)

Introducción

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

Después de haber constatado que desde una PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, podemos pensar en VoIP. Si en nuestra empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda suficiente, también podemos pensar en la utilización de esta red para transportar el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa.

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

NOTA: En esta parte del trabajo sólo se describirá brevemente esta tecnología, en el capítulo tres se escribirá ampliamente de este tema.

El Protocolo Internet (*Internet Protocol - IP*)

Las tareas principales del protocolo IP son el direccionamiento de las tramas de información y la administración del proceso de fragmentación de dichas tramas.

La trama es la unidad de transferencia que el protocolo IP utiliza, algunas veces identificada en forma más específica como trama IP.

Las características de este protocolo son:

- No orientado a conexión.
- Transmisión en unidades denominadas tramas.
- Sin corrección de errores, ni control de congestión
- No garantiza la entrega en secuencia.

Protocolo de Trama de Usuario (*User Datagram Protocol-UDP*)

UDP proporciona el mecanismo primario que utilizan los programas de aplicación para enviar tramas a otros programas de aplicación. El UDP proporciona puertos de protocolo utilizados para distinguir entre muchos programas que se ejecutan en la misma máquina. Esto es, además de los datos, cada mensaje UDP contiene tanto el número de puerto de destino como el número de puerto origen, haciendo posible que el software UDP en el destino entregue el mensaje al receptor correcto y que éste envíe una respuesta.

El UDP utiliza el Protocolo Internet subyacente para transportar un mensaje de una máquina a otra y proporciona la misma semántica de entrega de tramas, sin conexión y no confiable que el protocolo IP. No emplea acuses de recibo para asegurarse de que llegan mensajes, no ordena los mensajes entrantes, ni proporciona retroalimentación para controlar la velocidad del flujo de información entre las máquinas. Por tanto, los mensajes UDP se pueden perder, duplicar o llegar sin orden. Además, los paquetes pueden llegar más rápido de lo que el receptor los puede procesar.

A manera de conclusión el UDP proporciona un servicio de entrega sin conexión y no confiable, utilizando el protocolo IP para transportar mensajes entre máquinas. Emplea el protocolo IP para llevar mensajes, pero agrega la capacidad para distinguir entre varios destinos dentro de la computadora anfitriona.

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

teléfonos IP, Adaptadores para PC, *Hubs* Telefónicos, *Gateways*, *Gatekeeper* (su función es la de gestión y control de los recursos en una red H.323), Unidades de audioconferencia múltiple (MCU Voz), Servicios de Directorio. (Ver figura 2.15)

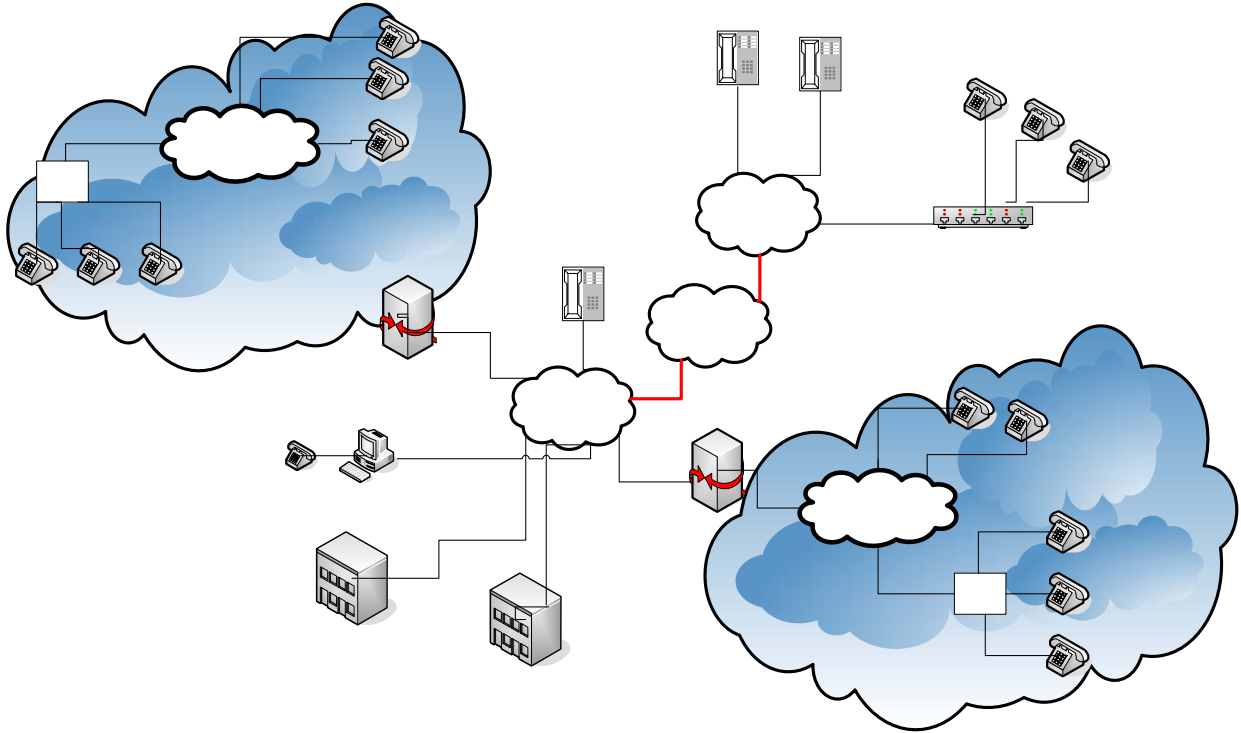


Figura 2.17 Elementos de una red VoIP

Protocolos VoIP

La siguiente tabla describe brevemente algunos protocolos de VoIP usados en las redes actualmente:

Protocolo VoIP	Descripción
H.323	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protocolo estándar de la ITU ➤ Evolución del estándar RDSI H.320 ➤ Flexible ➤ Complejo
<i>Media Gateway Control Protocol (MGCP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estándar que surge de la PSTN
<i>Session Initiation Protocol (SIP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protocolo de IETF (<i>Internet Engineering Task Force</i>) para interactuar y no interactuar en conferencia. ➤ Más simple que H.323
<i>Real-time Transport Protocol (RTP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protocolo de flujo medio del estándar de IETF.
<i>Real-time Transport Control Protocol (RTCP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protocolo que provee fuera de banda información de control para un flujo RTP

Tabla 2.9 Protocolos VoIP

Protocolo H.323

La recomendación H.323 nos proporciona el estándar necesario para que la evolución de la voz sobre IP sea común entre los diversos fabricantes. De esta forma los usuarios no deben preocuparse por compatibilidad, ni es necesario elegir una u otra opción. Esta especificación aprobada en 1996 por la UIT y revisada en enero de 1998, tiene como objetivo definir un estándar para las comunicaciones multimedia sobre redes que no aseguran calidad del servicio.

Como logros principales de esta recomendación podemos señalar:

- La estandarización de los protocolos permite a los diversos fabricantes evolucionar en conjunto.
- Los usuarios no deben preocuparse sobre las posibilidades de su interlocutor, existiendo una negociación de las capacidades de cada punto de la línea.
- Debido a su apoyo sobre IP es independiente del tipo de red física que lo soporta, permitiendo la integración con las grandes redes IP actuales.
- Por su propia estructura, es independiente del “hardware”, si bien permite ser implementado en los ordenadores actuales, también se desarrolla hardware específico como Teléfonos IP y consolas de videoconferencia.
- Otra característica importante es el control de tráfico que se puede realizar dentro de la red.
- De esta forma no deben producirse caídas importantes de rendimiento en las redes de datos.

La negociación previa permite conectar terminales de muy diversas características, como pueden ser teléfonos de voz, consolas de videoconferencia, ordenadores, etc.

Los componentes de H.323 incluyen una terminal, *gateway*, *multipoint control unit* (MCU) y *gatekeeper*.

Media Gateway Control Protocol (MGCP)

MGCP, especificado en RFC 2705, lo define como un protocolo para el control de *gateways* VoIP conectados a un dispositivo de control de llamada externa llamados *Call Agent* o *Media Gateway Controllers (MGCs)*.

MGCP utiliza un modelo que incluye *endpoints* y conexiones. *Endpoints* son origen o destino de llamadas. Las conexiones pueden ser punto a punto o multipunto.

Session Initiation Protocol (SIP)

SIP, o Protocolo de Inicio de Sesión, es un protocolo de señalización de Voz sobre IP que fue adoptado en 1999 por la IETF, es un protocolo que fue diseñado para ambientes distribuidos. Además utiliza otros protocolos de la IETF para definir otros aspectos de VoIP y sesiones multimedia.

SIP se diseñó para establecer, cambiar y terminar llamadas entre uno o más usuarios en una red IP de manera independiente al contenido de la llamada.

Algunas características de este protocolo son las siguientes:

- Ofrece detección de *loop*.
- Ofrece gran escalabilidad.
- Soporta multiconferencias
- Es un protocolo simple y escalable.
- Provee un método simple para crear equivalencias al sistema de señalización 7 dentro de una red IP.

Real-time Transport Protocol (RTP)

RTP proporciona servicios de entrega de datos extremo a extremo para aplicaciones con características de tiempo real como audio y video interactivos. La principal tarea de RTP es el monitoreo de la tasa de entrega de datos.

Trabaja con manejo de colas y prioridad de tráfico de voz.

Los servicios que ofrece son:

- Identifica el tipo de carga útil
- Numeración de secuencias
- Monitoreo de la transmisión

El encabezado de RTP consiste en nueve campos y tiene un mínimo de 12 bytes.

Real-time Transport Control Protocol (RTCP)

RTCP monitorea la calidad de la distribución de los datos y provee el control de la información.

RTP utiliza los servicios del Protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP), que se encarga de monitorear la calidad del servicio y de proporcionar información acerca de los participantes en una sesión de intercambio de datos. La principal función de RTCP es proporcionar una retroalimentación útil para mantener una calidad de distribución adecuada.

RTCP provee y separa flujos de RTP para el uso de UDP.

Conclusiones

VoIP es una tecnología que se ha desarrollado rápidamente y resulta ser una solución para comunicación de voz en corporativos en los que se realizan llamadas constantemente, con un diseño adecuado es una solución totalmente viable y operativa.

El argumento inicial a favor de esta tecnología se basa en la presencia actual de la infraestructura con protocolo IP en entornos corporativos de datos y aprovechar al máximo la capacidad de estas redes.

Un argumento en contra de VoIP es que al no existir QoS se corre el riesgo de que la pérdida de paquetes, *delay* y *jitter* sea mayor, lo cual degradará la calidad de la llamada. Las posibles soluciones para resolver este problema son: aplicar mecanismos para diferenciar los paquetes de voz de los de datos, priorizar la transmisión de los paquetes de voz por lo que la implementación de un mecanismo adecuado será el éxito de la red con VoIP.

CAPÍTULO 3

Fundamentos de VoIP y QoS

3.1 Introducción

La integración de redes facilita la creación de nuevas aplicaciones que integran voz y datos, como la mensajería unificada, a través de los cuales recibimos mensajes (correo electrónico, fax, teléfonos, etc.), por citar otros ejemplos, la integración de los «centros de llamadas» en los servidores Web corporativos, que permitirá una atención rápida y especializada a los clientes; las aplicaciones de videoconferencia, etc. Aplicaciones que, aunque no técnicamente imposibles, serían de muy difícil realización sobre redes separadas. La irrupción de VoIP en las redes telefónicas supone, además, un importante cambio en el modelo de servicio ofrecido.

Hoy en día las aplicaciones en Internet manejan datos, multimedia, vídeo y música por lo que la red se está convirtiendo en un componente esencial del negocio.

En particular, para que una aplicación Web pueda interactuar de forma eficiente, integrada, flexible y económica con una conversación telefónica, esta última debe de estar codificada adecuadamente para que dicha interacción sea técnicamente posible y la tecnología que lo permite es VoIP, que consiste en codificar la voz en paquetes de datos (sobre protocolo IP) y transportar éstos a través de redes de conmutación de paquetes. Cuando la red de transporte utilizada es Internet, hablaremos de Telefonía por Internet. Es en este último caso cuando coincidirán en el mismo medio tanto las aplicaciones Web como el servicio de telefonía, resultando de ello un potencial de innovación infinito, una auténtica revolución para la industria de desarrollo de aplicaciones y de prestación de servicios.

Si dicha revolución no había ocurrido hasta hoy se debe fundamentalmente a tres factores clave. El primero de ellos es la calidad de VoIP frente la voz convencional (PSTN), el segundo la falta de estándares abiertos y aceptados por la industria para el desarrollo de aplicaciones de VoIP, y el tercero y mas importante, la inexistencia de modelos de negocio que garanticen la viabilidad económica de proveedores de servicios y aplicaciones desde un punto de vista empresarial. Estos factores hoy ya han sido superados.

Protocolos de Internet

Antecedentes

Los protocolos de Internet constituyen el conjunto de protocolos de sistemas abiertos (no propietarios) de mayor uso mundial ya que puede servir para comunicarse a través de un conjunto de

redes interconectadas. Los dos mas conocidos son TCP (Protocolo de Control de Transmisión) e IP (Protocolo de Internet).

Protocolo Internet

El IP es un protocolo de la capa de red que tiene información de direccionamiento e información de control que permite el ruteo de paquetes. El IP se encuentra documentado en el RFC791 y es el protocolo principal de la capa de red. Junto con el TCP, el protocolo IP representa el corazón de los protocolos de Internet. El IP tiene dos responsabilidades principales: ofrecer la entrega de paquetes basada en el mejor esfuerzo y sin conexión a través de una red; y ofrecer la fragmentación y el reensamblado de paquetes para soportar los enlaces de datos con tamaños diferentes de MTU (Unidades de Transmisión Máxima).

Las características de este protocolo son:

- No orientado a conexión.
- Transmisión en unidades denominadas paquetes.
- Sin corrección de errores, ni control de congestión.
- No garantiza la entrega en secuencia.

Ruteo en Internet

Los dispositivos de ruteo de Internet tradicionalmente han sido llamados puertas de enlace (*gateway*). Sin embargo, en la terminología actual, el termino puerta de enlace se refiere específicamente a un dispositivo que traduce el protocolo de la capa de aplicación entre dispositivos. Actualmente se les denomina enrutadores a los dispositivos de la capa de red que son encargados de elegir la mejor trayectoria a lo largo de la cual deba direccionarse el tráfico. Los enrutadores internos se refieren a dispositivos que llevan a cabo estas funciones de protocolo entre maquinas o redes bajo el mismo control administrativo o autoridad, por ejemplo una red corporativa interna. A estos sistemas se les conoce como sistemas autónomos.

En Internet los enrutadores están organizados jerárquicamente, los que se utilizan para intercambiar información en sistemas autónomos se llaman enrutadores internos y a los enrutadores que transfieren información entre sistemas autónomos se les conoce como enrutadores exteriores.

Ruteo IP

Los protocolos de ruteo de IP son dinámicos. En el enrutamiento dinámico, las rutas se calculan dinámicamente a intervalos regulares a través del software incluido en los dispositivos de ruteo.

Para hacer posible el enrutamiento dinámico, se utiliza una tabla de ruteo de IP, formada por pares de dirección destino/salto siguiente.

El ruteo IP especifica que los paquetes IP viajen a través de redes internas de un salto a la vez; sin embargo, al inicio del viaje no se conoce la ruta completa. Por el contrario, en cada parada se calcula el siguiente destino relacionando la dirección destino en el paquete con un parámetro en la tabla actual de ruteo de nodos.

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.

Protocolo UDP

UDP (*User Datagram Protocol*) es un protocolo de la capa de transporte no orientado a la conexión, que pertenece a la familia de protocolos de Internet. El UDP es, básicamente, una interfase ente 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 agrega a IP funciones de confiabilidad, control de flujo y recuperación de errores. Debido a la simplicidad de los UDPs, los encabezados de los UDPs contienen menos bytes y generan un menor gasto indirecto en la red que el TCP.

UDP es el protocolo de transporte de varios protocolos bien conocidos de la capa de aplicación, entre los que se incluyen NFS (Sistema de Archivos de Red), SNMP (Protocolo Simple de Administración de la Red), DNS (Sistema de Nombres de Dominio) y TFTP (Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos).

El formato del paquete UDP tiene cuatro campos, como se muestra en la figura 3.1. Entre éstos se cuentan los campos de los puertos origen y destino, el de longitud y el de la suma de verificación.

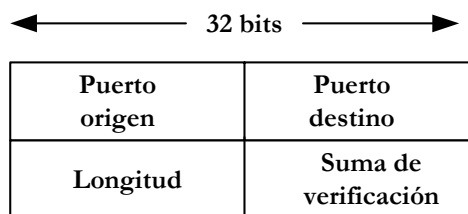


Figura 3.1 Formato UDP

Los puertos origen y destino constan de números del 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. La suma de verificación ofrece una verificación de la integridad (opcional) del encabezado y los datos del UDP.

Protocolo TCP

Este protocolo permite la transmisión confiable de datos en un ambiente IP. El protocolo TCP corresponde a la capa de transporte del modelo de referencia OSI. Entre los servicios que ofrece TCP están la transferencia de datos en ráfagas, confiabilidad, control de flujo eficiente, operación *full-duplex* y multiplexaje.

Con el servicio de transferencia de datos en ráfagas, el protocolo 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. TCP agrupa los bytes en segmentos y los pasa al protocolo IP para su entrega.

El protocolo TCP permite una entrega de paquetes confiable, de extremo a extremo, orientada a través de una red interna.

El protocolo TCP ofrece un control de flujo eficiente, lo cual significa que cuando se envían confirmaciones de regreso al origen, el proceso TCP de recepción indica el número de secuencia más grande que puede recibir sin saturar sus dispositivos de almacenamiento internos.

La operación dúplex total significa que los procesos de TCP se pueden enviar y recibir al mismo tiempo.

Por último, el multiplexaje de TCP significa que es posible multiplexar varias conversaciones de las capas superiores de manera simultánea a través de una sola conexión.

3.2 VoIP

Podemos considerar VoIP como el resultado de la convergencia de la voz y datos en una misma red. Las comunicaciones de voz se digitalizan en paquetes de datos bajo la norma del protocolo IP (*Internet Protocol*) y éstos son transportados por redes de datos IP, públicas como la Internet o privadas (LAN-WAN). La VoIP por tanto no es en sí mismo un servicio, sino una tecnología que permite codificar paquetes de voz y transportar tráfico de voz en redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales PSTN.

Para la implementación de las redes IP inicialmente se redujo el ancho de banda mediante compresión vocal (aprovechando los procesos de compresión diseñados para sistemas celulares) en una LAN y en consecuencia para disminuir los precios en el transporte internacional. Sin embargo, migró rápidamente a una red de servicios integrados sobre la misma LAN y posteriormente a la WAN.

Cuando VoIP se utiliza para la prestación de servicios de comunicación telefónica, sea a través de teléfonos convencionales u otros dispositivos, hablaremos de *IP Telephony*. Los operadores de este tipo de servicio se denominan ITSP (*IP Telephony Service Provider*) por similitud a los ISP de Internet.

La telefonía convencional a través de circuitos conmutados establece una conexión directa y permanente entre los dos extremos de una llamada telefónica, realizando un uso exclusivo del medio o canal mientras dura la conversación. En cambio, la Telefonía IP no utiliza circuitos dedicados para cada conversación, lo que hace es enviar múltiples conversaciones a través del mismo canal, codificadas en paquetes y flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, haciendo la VoIP un uso más eficiente de ésta.

Hay que distinguir dos escenarios de aplicación de la VoIP en servicios de telefonía. El primero de ellos cuando la VoIP es transportada a través de redes privadas empresariales y el segundo cuando la red de transporte utilizada entre los dos extremos de la conversación es Internet. En este último caso hablaremos de *Telefonía por Internet*. La diferencia entre ambos es no sólo en el medio de transporte sino también en las posibilidades de establecer mecanismos de control de calidad que garanticen la máxima calidad de servicio en todo momento.

Los mecanismos y técnicas aplicadas en ambos casos difieren sustancialmente pero a través de éstas se consiguen niveles de calidad de servicio similares e incluso superiores en algunos casos a la telefonía convencional PSTN.

Componentes

Los componentes de la interconexión dependen del tipo de aplicación usada:

1.- En el interior de una LAN (como PABX).

Terminales. Los **terminales** son las PC (con el software correspondiente para multimedia)

IP-Phones (teléfonos especialmente diseñados para trabajar sobre la LAN).

Gatekeeper. El que establece las conexiones es el *Gatekeeper* (se trata del servidor de llamadas que trabaja sobre Windows NT o Unix), este se utiliza cuando la tecnología que se usa es H.323.

Gateway. El que realiza las funciones de conectividad hacia el exterior (puede ser cualquier dispositivo al exterior como la PBX, PSTN, etc.) es el Gateway.

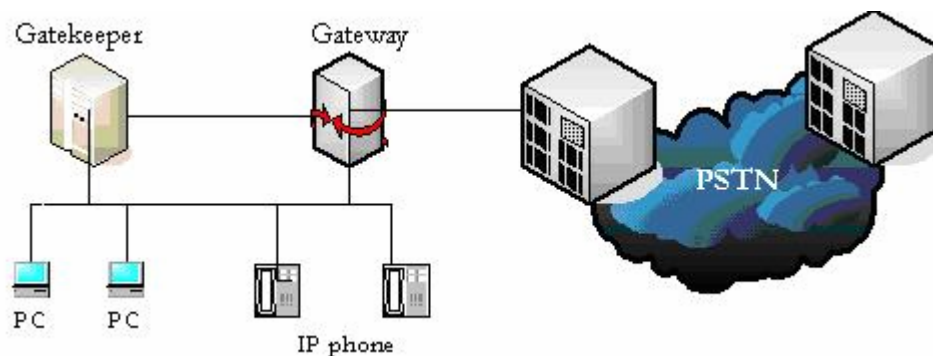


Figura 3.2

2.- Cuando la *IP-Telephony* se aplica en la WAN

Gateways. Lo que se establecen son *Gateways* en ambos extremos de la red para conectar el mundo convencional PSTN.

Red IP. El transporte es IP (mediante canales en la Internet con calidad contratada).

Gatekeeper. En este caso existen *gatekeepers* en los distintos puntos de presencia POP (*Point of Presence*) del operador ITSP.

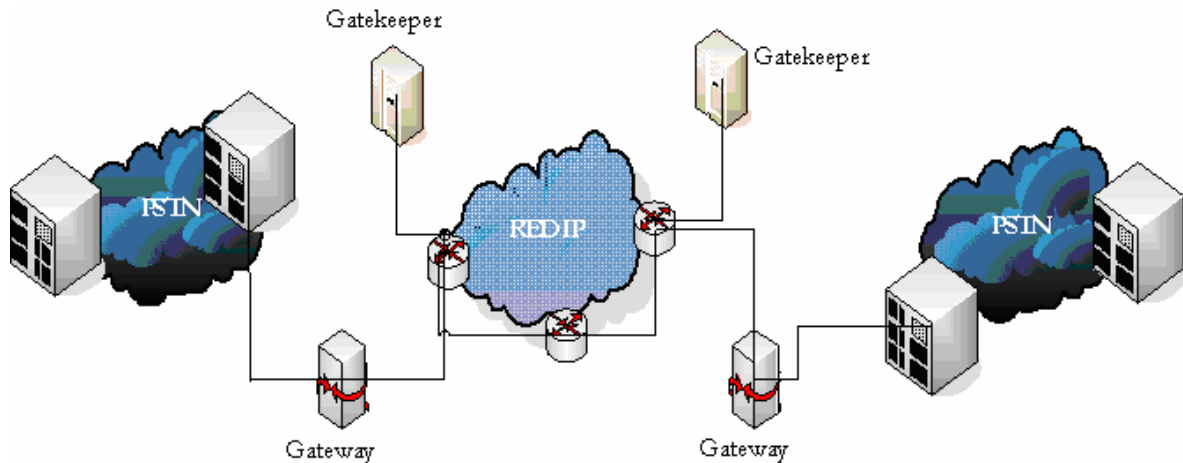


Figura 3.3

3- Cuando hay una formación de un ITSP de telefonía local.

Gateway. Utilizado como interfaz

Red IP. En este caso la LAN y la PABX son conectadas a la red IP de transporte.

Gatekeeper. El control nuevamente lo realiza el *gatekeeper*.

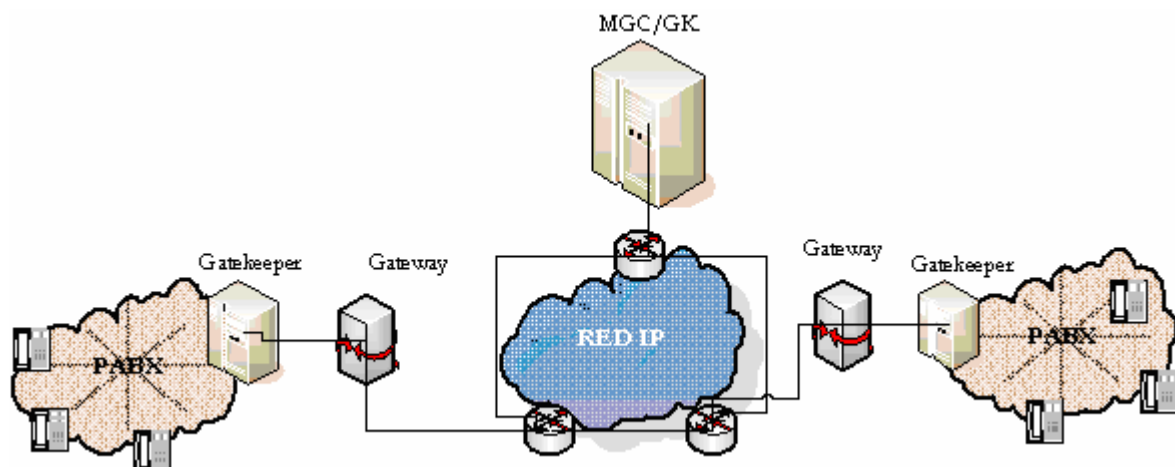


Figura 3.4

De acuerdo con la nomenclatura de la norma H.323 el controlador de llamada es el *Gatekeeper*. Sin embargo, se ha popularizado también la denominación **MGC** (*Media Gateway Controller*) para una mayor extensión de funciones. Las funciones del MGC pueden ser realizadas mediante técnicas distintas.

VoIP Protocolos de Señalización y Transporte

Protocolos de Transporte

IP-Telephony utiliza como soporte cualquier medio basado en enrutadores y los protocolos de transporte **UDP/IP**. El modelo de capas diseñado en 1981 para IP tenía prevista la voz sobre RTP/IP; el modelo actual agrega UDP/IP.

Existen varios organismos involucrados en los estándares: el ITU-T (H.323 por ejemplo); el ETSI (con el proyecto Tiphon), el IMTC (*International Multimedia Teleconferencing Consortium*) y el IETF (que administra los protocolos de Internet)

Protocolos de Señalización

Los protocolos de señalización utilizados en *IP-Telephony* son de diversos tipos. El **ITU-T H.323** es el primero aplicado para acciones dentro de una Intranet fundamentalmente. Es una cobertura para diversos protocolos H.225, H.245 y RAS que se soportan en TCP y UDP.

El **IETF** está definiendo otros tipos de protocolos: el MGCP para el control de las gateway a la red pública PSTN y los SIP/SAP/SDP hacia las redes privadas. Anterior a MGCP (trabaja sobre UDP) es el protocolo IPDC (*IP Device Control*) que trabaja sobre TCP y fue desarrollado por Level3 y el SGCP (Simple GCP) desarrollado por *Bellcore*.

La señal vocal se transmite sobre el protocolo de tiempo real **RTP** (con el control RTPC) y con transporte sobre UDP. El protocolo de reservación de ancho de banda RSVP puede ser de utilidad en conexiones unidireccionales.

La señalización **SS7** se utiliza hacia la red pública PSTN. De forma que se disponen de los protocolos ISUP/SCCP/TCAP que se transmiten sobre MTP en la PSTN y sobre TCP/IP en la red de paquetes. El protocolo Q.931 (derivado de ISDN) se utiliza para establecer la llamada en H.323.

3.2.1 H.323

Para multimedia las primeras acciones se emprendieron con el protocolo RTP/RTCP (RFC-1889). La norma del ITU-T H.225 utiliza a RTP (está anexa enteramente de H.225).

Medio	Formatos
Audio	G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729, GSM, ISO/IEC 11172-3 y ISO/IEC 13818-3
Video	H.261, H.262, H.263
Protocolos de datos	T.120 series

Tabla 3.1 ITU-T-Formatos y medios para H.323

Esta norma del ITU-T data de 1996 (versión 1) y 1998 (versión 2) y ha sido generada para sistemas de comunicación multimedia basado en paquetes; redes que pueden no garantizar la calidad de servicio. Esta tecnología permite la transmisión en tiempo real de vídeo y audio por una red de paquetes. Es de suma importancia ya que los primeros servicios de voz sobre protocolo Internet (**VoIP**) utilizan esta norma. En la versión 1 del protocolo H.323v1 del año 1996 se disponía de un servicio con calidad de servicio (**QoS**) no garantizada sobre redes LAN. En la versión 2 del año 1998 se definió la aplicación VoIP independiente de la multimedia. Una versión 3 posterior incluye el servicio de fax sobre IP (**FoIP**) y conexiones rápidas entre otros.

La versión H.323v2 introduce una serie de mejoras sobre la H.323v1. Algunas de ellas son: permite la conexión rápida (elimina parte de tiempo de solicitud de conexión); mediante H.235 introduce funciones de seguridad (autenticación, integridad, privacidad); mediante H.450 introduce los servicios suplementarios; soporta direcciones del tipo RFC-822 (e-mail) y del formato URL; mediante la unidad MCU (*Multipoint Control Unit*) permite el control de llamadas multi-punto (conferencia); permite la redundancia de *gatekeeper*; soporta la codificación de vídeo en formato H.263; admite el mensaje RIP (*Request in Progress*) para informar que la llamada no puede ser procesada por el momento; provee la facilidad que el gateway informe al *gatekeeper* sobre las disponibilidad de enlaces para mejorar el enrutamiento de llamadas, entre otras funciones.

Componentes del sistema

Los componentes del H.323 son:

- Terminal
- Unidad de Control Multipunto (MCU)

- *Gateway*
- *Gatekeeper*

Terminal

H.323 Terminales (*endpoints*) proporcionan la interfaz usuario-red para el protocolo H.323. Esta interfaz es necesaria en la aplicación para que H.323 pueda ser usado. En el caso de voz, el H.323 terminal es generalmente un teléfono IP. En el caso de video, el H.323 terminal es una terminal de videoconferencia.

Gateway

Para H.323 el gateway es también visto como un *endpoint*. Sin embargo en lugar que sea una interfaz de usuario, esta entrada sirve para comunicarse con otras redes como el PBX y PSTN.

Codificadores, protocolos, mapeo de control de llamadas que ocurre en *gateways* entre dos terminales. El gateway provee muchas funciones, incluyendo:

- Traductor de protocolos (*translating protocol*): El gateway actúa como “interprete” entre la PSTN y H.323 para llamarse mutuamente.
- Convirtiendo formatos de información: Diferentes redes codifican diferente información en diferentes caminos. El gateway convierte esta información así que ambas redes pueden intercambiar información libremente.
- Transfiriendo información: El *gateway* es responsable para transferir información entre diferentes redes, tal como PSTN e Internet.

Gatekeeper

El *gatekeeper* realiza las funciones de control de llamadas y administración de políticas. Muchas personas dicen que el *gatekeeper* es el “cerebro” de H.323. *Gatekeeper* es opcional en redes H.323 Sin embargo si este elemento esta presente es necesario que tenga *endpoints* en su servicio. Los servicios obligatorios son: traducción de direcciones, control de admisión, control de ancho de banda, manejo de zona, autorización de llamada, control de señalización de llamada, manejo de llamada.

Control de unidades multipunto (MCU)

Proporciona un método para H.323 a interconectar voz y videoconferencia. Los MCUs proporcionan soporte de conferencia para tres o más *endpoints*. Todas las terminales participantes en la conferencia establecen una conexión con la MCU. Este maneja recursos de conferencia y negociaciones entre *endpoints* para determinar audio, video o código a usar. El MCU puede o no manejar el medio de transmisión.

Un MCU tiene dos componentes funcionales:

Controlador multipunto (MC): Provee el control de los canales del medio, tal como negociación de códigos y establecimiento de sesiones *unicast* y *multicast* de RTP a través de la señalización H.245. El MC puede estar alojado en el *gateway*, terminal o *gatekeeper*.

Procesador multipunto (MP): Envía y recibe flujos de medios (por ejemplo una muestra de audio en paquetes RTP) procesa medios de transmisión, incluyendo alguna o todas las transmisiones en la llamada (video, datos, o audio). El MP puede convertir medios de diferentes formatos. La función exacta de un MP dependen donde este dentro de la red, y el tipo de conferencia que se este procesando.

Señalización y protocolos de H.323

En la siguiente tabla se muestran las señales y protocolos involucrados en H.323; así como las direcciones de capas 3/4/7.

	Descripción
Tráfico. Sobre UDP/IP	<p>-Codificación de audio: G.711 a velocidad de 64 Kb/s; G.722 para 48, 56 y 64 kb/s; G.728 para 16. Kb/s y G.729 para 8 Kb/s. En tanto el ITU-T ratificó en 1995 a G.729, el VoIP Forum en 1997 (liderado por Intel y Microsoft) seleccionó a G.723.1 con velocidad de 6.3 Kb/s para la aplicación VoIP.</p> <p>-Codificación de vídeo: de acuerdo con H.263.</p> <p>Ambos servicios se soportan en el protocolo de tiempo real RTP.</p>
Señalización. Sobre TCP/ UDP/IP.	<p>-H.225. Son los mensajes de control de señalización de llamada que permiten establecer la conexión y desconexión. Este protocolo describe como funciona el protocolo RAS y Q.931. H.225 define como identificar cada tipo de codificador y discute algunos conflictos y redundancias entre RTCP y H.245.</p> <p>-Q.931. Este protocolo es definido originalmente para señalización en accesos ISDN básico BRI (<i>Basic Rate Interface</i>). Se utiliza para señalización de llamada en la red IP (desde GW hacia la terminal). Es equivalente al ISUP utilizado desde el GW hacia la red PSTN.</p> <p>-RAS (<i>Registration, Admission and Status</i>) utiliza mensajes H.225 para la comunicación entre terminal y <i>gatekeeper</i> GK. Sirve para el registro, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión.</p> <p>-H.245. Este protocolo de señalización transporta la información no-telefónica durante la conexión. Es utilizado para comandos generales, indicaciones, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc. Se usa en la interfaz terminal-a-terminal y terminal-a-GK. H.245 es una librería de mensajes con sintaxis es del tipo ASN.1. En particular codifica los dígitos DTMF (<i>Dual-Tone MultiFrequency</i>) en el mensaje <i>UserInputIndication</i>.</p> <p>-H.235. Provee una mejora sobre H.323 mediante el agregado de servicios de seguridad como autenticación y privacidad (criptografía). H.235 trabaja soportado en H.245 como de transporte. Todos los mensajes son con sintaxis ASN.1.</p>
Calidad de servicio. Sobre UDP/IP.	<p>-Protocolo RTP (<i>Real-Time Transport Protocol</i>): usado con UDP/IP para identificación de carga útil, numeración secuencial, monitoreo, etc. Trabaja junto con RTCP para entregar un <i>feedback</i> sobre la calidad de la transmisión de datos. El encabezado de RTP puede ser comprimido para reducir el tamaño de archivos en la red.</p> <p>-Protocolo de reservación de ancho de banda RSVP usado para reservar un ancho de banda especificado dentro de la red IP. Téngase en cuenta que RSVP trabaja sobre PPP (o similar a HDLC) pero no trabaja bien sobre una LAN multiacceso.</p> <p>-Protocolo PPP Interleaving se utiliza para enlaces inferiores a 2 Mb/s para fraccionar los paquetes de gran longitud y permitir el intercalado con paquetes de</p>

	servicios en tiempo-real.
Direcciones	<p>-Dirección de red (<i>IP Address</i>). Se trata normalmente de direcciones privadas que identifican a cada componente. La asignación de direcciones puede ser fija o asignada en forma dinámica (protocolo DHCP).</p> <p>-Dirección TSAP. Corresponde al puerto <i>TCP/UDP</i>. Permite la multiplexación de canales con la misma dirección de red.</p> <p>Algunos componentes, como el GK y el protocolo RAS, tienen una dirección de puerto fija (<i>well-known</i>). En otros, como los terminales, se asignan en forma dinámica.</p> <p>-Dirección de <i>Alias</i>. Se trata de alguna identificación como el número telefónico, dirección de e-mail, nombre de usuario, etc. La resolución de direcciones alias se realiza <i>gatekeeper</i>.</p>

Tabla 3.2

3.2.2 SIP (*Session Initiation Protocol*)

SIP, el cual está especificado en RFC 2543, es un estándar de IETF. SIP se aplica para sesiones punto-a-punto *unicast*; puede ser usado para enviar una invitación a participar en una conferencia *multicast*. Utiliza el modelo cliente-servidor y se adapta para las aplicaciones de *IP Telephony*. El servidor puede actuar en modo *proxy* o *redirect* (se direcciona el requerimiento de llamada a un servidor apropiado).

SIP es un protocolo más simple que H.323 y está basado en HTTP. Siempre es necesario recordar que H.323 es una cobertura para muchas otras recomendaciones.

En H.323 se utiliza el *gatekeeper*, mientras que en SIP se usa el SIP Server, el cual tiene mejores aspectos de escalabilidad para grandes redes. En H.323 para grandes redes se recurre a definir zonas de influencia y colocar varios *gatekeeper*. Para la interoperación de protocolos se requiere un Gateway de borde que realice la conversión.

Es un protocolo basado en texto (de acuerdo con RFC-2279 para la codificación del *set* de caracteres) y el mensaje basado en HTTP (RFC-2068 para la semántica y sintaxis). La dirección usada en SIP se basa en un localizador **URL** (*Uniform Resource Locator*) con formato *sip: roberto@192.190.132.31*, de forma que SIP integra su servicio a la Internet. En este modelo se integra un servidor de resolución de dominio **DNS** (*Domain Name Server*).

SIP incorpora también funciones de seguridad y autenticación, así como descripción del medio mediante SDP (*Session Description Protocol*). Para el proceso de facturación *billing* se puede recurrir a RADIUS y RSVP.

Componentes

Los sistemas SIP tienen dos componentes

- *User agent* (UA).
- Servidores de redes.

User agents

Son aplicaciones de terminales y reciben solicitudes SIP en nombre de usuarios (por ejemplo personas o sistemas automatizados). Los *User Agent Clients* (UAC) envían una solicitud a SIP para la llamada de la parte interesada y el *User Agent Servers* (UAS) recibe esta llamada. Cada usuario puede tener múltiples *user agents*.

Servidor Proxy

El servidor Proxy decide para cual servidor es reenviada la solicitud y entonces la regresa. La solicitud puede cruzar muchos servidores SIP antes de llegar a su destino.

Registros

Aceptan registros de clientes que indican las direcciones de cual de ellos puede ser alcanzado. La funcionalidad del registro es a menudo una combinación con un *Proxy* o un servidor *Redirect*, pero esto es un proceso lógico separado y es ajeno al alcance de SIP.

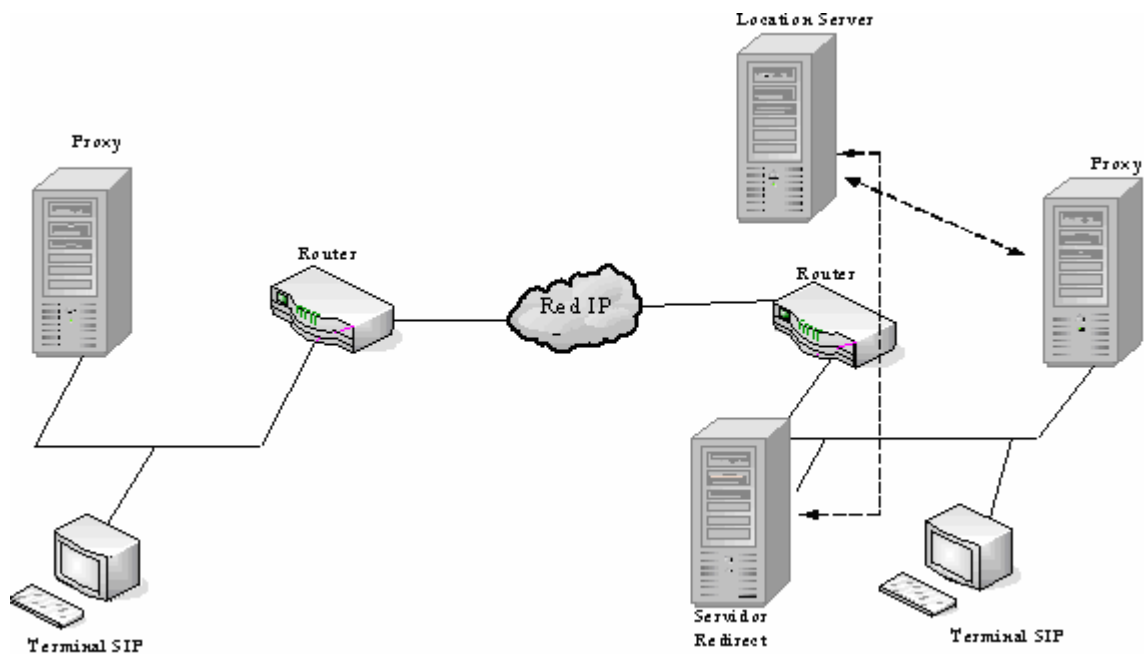


Figura 3.5 Componentes de SIP

Atributos de SIP

Simplicidad: SIP es un protocolo muy simple. SIP usa mensajes plan-texto que son humanamente legibles. Además existen estándares como HTTP 1.1 y “mailto” (protocolo de Internet que permite el envío de e-mails desde enlaces HTML). De esta manera puede relacionarse con otras aplicaciones.

Extensibilidad: SIP ha aprendido de HTTP y SMTP por lo que ha construido gran compatibilidad de funciones.

Escalabilidad: Los servidores no mantienen el estado de información sobre sesiones SIP basadas en UDP que ellos procesan, así un servidor único puede manejarse eficientemente por muchos clientes. Los *message-routing loops*, los cuales pueden consumir grandes recursos de la red, llegando a ser más comunes en redes crecientes. SIP detecta y previene *message-routing loops*, las cuales mejoran el desempeño en redes extensas.

Integración: SIP tiene la capacidad de integración con la Web, e-mail y otros protocolos.

Mensajes en SIP

Hay dos tipos de mensajes en SIP: solicitud y respuesta. Los mensajes en SIP son como se muestran a continuación:

Invite: Usado para que el usuario realice la llamada. El encabezado contiene la dirección, asunto, prioridad de la llamada, ruteo de la llamada solicitada, deseo de una futura respuesta y preferencias de algún visitante.

Bye: Usado para terminar la conexión entre dos usuarios.

Registro: Transmite la ubicación al servidor SIP, permitiendo al usuario del servidor decirle como se realiza el mapeo de una entrada hacia la dirección de salida que llegara al usuario.

ACK: Confirma el intercambio seguro de mensajes.

Cancel: Cancela solicitudes pendientes

Options: Solicita información sobre las capacidades del fin de la llamada empezada.

3.2.3 MGCP (*Media Gateway Control Protocol*)

MGCP es un protocolo relativamente nuevo comparado con sus predecesores H.323 y SIP, por tal, este no ha sido desarrollado ampliamente. El control de QoS se integra en el gateway o en el controlador de llamadas. Este protocolo tiene su origen en el SGCP (de Cisco y Bellcore) e IPDC. Bellcore y Level3 plantearon el MGCP a varios organismos. Sin embargo, MGCP ofrece muchos beneficios claves, además que está adquiriendo gran popularidad entre desarrollos de *Cisco Call Manager*.

MGCP incorpora dispositivos conocidos como *Media Gateway Controllers* (MGCs), también se refieren como *call agents*, para ejecutar todas las conexiones de llamadas y control de llamadas entre una red MGCP.

MGCP es un protocolo que permite comunicar al controlador de gateway **MGC** (*Call Agent*) con el gateway de telefonía **GW** (hacia la PABX o PSTN). La versión 1.0 se encuentra en RFC-2705 de octubre de 1999. Se trata de un protocolo de tipo *master/slave* donde el MGC informa las acciones a seguir al GW. Los mensajes MGCP viajan sobre UDP/IP, por la misma red de transporte IP con seguridad *IPsec*.

Conexiones MGCP

En una conexión MGCP, hay dos tipos básicos de dispositivos: *endpoints* y *connections*.

- **Endpoints.** Son interfaces físicas o lógicas que inician o terminan en una conexión VoIP. La mayoría de los *endpoints* son puertos analógicos o digitales actuando en enrutadores como entradas de dispositivos o interfaces digitales dentro de un sistema PBX.
- **Connections.** Son flujos lógicos temporales que son establecidos para el propósito de establecer, mantener y terminar una llamada de VoIP. Una vez que la llamada esta completa, la conexión es derribada y el recurso que fue colocado para la conexión puede ser reutilizado para soportar otra conexión.

Pensando en este proceso es muy similar al camino virtual de conexión de TCP/IP. Hay dos conexiones: *one-to-one* y *multipoint*.

- **One to one.** En una conexión *one-to-one* es realmente un *point-to-point*; una simple señal de un *endpoint* hacia otro *endpoint* para el propósito de completar una conexión de VoIP
- **Multipoint calls.** Son usadas para conferencias y transmisiones para múltiples *endpoints* simultáneamente.

El formato de trabajo genera una inteligencia externa a la red (concentrada en el MGC) y donde la red de conmutación está formada por los enrutadores de la red IP. El GW solo realiza funciones de conversión vocal (analógica o de velocidad digital) y genera un camino RTP entre extremos. La sesión de MGCP puede ser punto-a-punto o multipunto. MGCP entrega al GW la dirección IP, el puerto de UDP y los perfiles de RPT; siguen los lineamientos del protocolo **SDP**.

Los comandos disponibles en MGCP son los siguientes:

NotificationsRequest. Indica al GW de eventos, como ser la señalización DTMF en el extremo.

Notification Command. Confirma las acciones del comando *Notifications Request*.

CreateConnection. Usado para crear una conexión que se inicia en el GW.

ModifyConnection. Usado para cambiar los parámetros de la conexión existente.

DeleteConnection. Usado para cancelar la conexión existente.

AuditEndpoint. Usado para requerir el estado del extremo al GW.

AuditConnection. Usado para requerir el estado de la conexión.

RestartInProgress. Usado por el GW para notificar que un grupo de conexiones se encuentran en falla o reinicio.

EndpointConfiguration. Usado para indicar al GW las características de codificación esperadas en el extremo final.

3.3 Calidad de Servicio QoS (*Quality of Service*)

Se entiende por Calidad de Servicio (QoS) a la posibilidad de asegurar una tasa de datos en la red (ancho de banda), un retardo y una variación de retardo (*jitter*) acotados a valores contratados con el cliente.

En las redes Frame Relay o ATM la calidad de servicio se garantiza mediante un contrato de CIR (*Committed Information Rate*) con el usuario. Para disponer de una calidad de servicio aceptable en redes soportadas en protocolo IP, se han diseñado herramientas como los protocolos de tiempo-real RTP y de reservación RSVP. Por otro lado, un problema evidente es que cuando se soporta un servicio de VoIP por ejemplo, los paquetes son cortos y el encabezado es largo comparativamente. En este caso se requiere un encabezado reducido y un proceso de fragmentación e intercalado LFI. Mediante QoS (*Quality of Service*) se tiende a preservar los datos con estas características.

Los servicios tradicionales de la red Internet (SMTP o FTP) disponen de una calidad denominada "*best effort*", es decir que la red ofrece el mejor esfuerzo posible para satisfacer las latencias mínimas, lo cual no es mucho pero es suficiente para servicios que no requieren tiempo-real como el Web. Para servicios del tipo "*real-time*" (voz y vídeo) se requiere una latencia mínima.

Para que VoIP sea un reemplazo realista de los servicios que ofrece la PSTN, la necesidad de clientes es de recibir la misma calidad de la transmisión de voz que reciben con el servicio telefónico básico principalmente de las transmisiones de voz de alta calidad. Para que las transmisiones de VoIP sean inteligibles al receptor, los paquetes de la voz no deben tener retardos.

VoIP puede garantizar la transmisión de voz de alta calidad solamente si a los paquetes de la voz, la señal y el canal de audio, se les da prioridad sobre otras clases de tráfico de la red. Para que VoIP sea desplegado de modo que los usuarios reciban un nivel aceptable de la calidad de la voz, el tráfico de VoIP debe tener cierto ancho de banda, estado latente y *jitter*.

Problemas que se tienen en VoIP

Dos son los mitos que involucran a la telefonía sobre IP. Uno se refiere a la baja calidad de Internet ya que se confunde con las prestaciones de los accesos *dial-up* y con el uso de canales de transporte *point-to-point* con calidad contratada. Otro se refiere a que carece de QoS cuando se transportan los paquetes IP a través de la red. Nuevamente se ignora la serie de herramientas que posee IP para garantizar una calidad de servicio. Los problemas que se tienen en VoIP son la latencia, *jitter* y eco. En *IP-Telephony* estos problemas son resueltos mediante diversas técnicas.

Latencia: Se denomina *latencia* a la suma de los retardos en la red. Los retardos están constituidos por el retardo de propagación y el de transmisión. El primer retardo es en la matriz de

switch, el retardo producido por el proceso *store-and-forward* y el retardo de procesamiento. A esto se suman los retardos propios del proceso de compresión vocal. Los retardos en la red pueden ser reducidos mediante el protocolo de reservación RSVP. El retardo debido a la compresión vocal se puede eliminar usando la velocidad de 64 kbps sin compresión. Este último aspecto es muy interesante. Inicialmente VoIP se desarrolló para reducir costos con menor velocidad y usando la infraestructura de Internet.

Jitter: Se entiende el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante. Se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico. Se puede utilizar un *buffer* para distribuir los paquetes y reducir el *jitter*, pero introduce un retardo adicional. Una solución es incrementar el ancho de banda del enlace; solución posible en un *backbone* pero de menor posibilidad en los enlaces WAN. Otra posibilidad es el manejo de colas para prioridad de tráfico.

La solución al *jitter* es guardar los datos en **memorias buffer**, lo cual introduce un retardo aun mayor. Se han implementado diversas formas de *buffer* garantizados mediante software:

- **Cola de prioridad:** donde el administrador de la red define varios niveles (hasta 4) de prioridad de tráfico.
- **Cola definida:** donde el administrador reserva un ancho de banda para cada tipo de protocolo específico.
- **Cola ponderada:** mediante un algoritmo se identifica cada tipo de tráfico priorizando el de bajo ancho de banda. Esto permite estabilizar la red en los momentos de congestión.

Eco: Estas características (latencia y *jitter*) pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (**ITU-T G.168**). El cancelador de eco permite la transmisión simultánea *full dúplex*. Se tienen 2 tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido remoto.

El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal autoadaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos. El supresor de eco no puede superar el número de 2 en una conexión telefónica por efecto de “*chopping*” en la voz (**G.131**). El cancelador de eco no tiene restricciones en número. Se usa en comunicaciones por satélite, fibra óptica transoceánica y telefonía celular. El satélite introduce un retardo de 260 ms y la fibra óptica un retardo de 5 μ s/km.

En la conexión para telefonía celular se pueden tener grandes retardos si la BER es elevada (para 10-1 un retardo de 90 ms) pero requiere solo un cancelador en el extremo de la central PSTN.

No debe confundirse el supresor de eco con el cancelador de eco. El supresor de eco (**ITU-T G.165/168**) para señales digitales deriva del usado con señales analógicas cuando existen retardos superiores a 20 ms en una vía. Se coloca luego del híbrido a 4 hilos, el cual produce por desbalance un eco en la señal. Se tienen 2 formas de funcionamiento: cuando se habla en una dirección se atenúa al otro sentido (supresión de silencios); y cuando ambos sentidos tiene señal se atenúan ambas vías con lo cual el eco se atenúa el doble.

¿Por qué es Importante QoS?

En general, QoS proporciona un mejor servicio de red debido a las características siguientes:

- Soporte de ancho de banda dedicado
- Mejora las características de la pérdida
- Evita y maneja la congestión de la red
- Forma al tráfico de la red
- Fija prioridades del tráfico a través de la red

Tipos de QoS

Integrated. Este servicio es utilizado para requerir un retardo máximo extremo-a-extremo. Se trata de un servicio análogo al CBR (*Constant Bit Rate*) en ATM. Se puede aplicar un concepto de reservación de tasa de bit (utiliza RSVP) o el método *Leaky-bucket* (concepto usado en sistemas de red fijas, este mecanismo consiste en asignarle a cada conexión un *token* de forma regular en el tiempo). Al usuario se le reserva un ancho de banda dentro de la red para su uso exclusivo aún en momentos de congestión. Se lo conoce como *Hard QoS*.

Es un modelo de servicio múltiple que puede acomodar múltiples QoS requeridas. En este modelo la aplicación requiere un tipo de servicio específico de la red antes de enviar los datos. La petición es realizada por una señalización explícita; la aplicación informa a la red del perfil del tráfico y solicita el tipo de servicio que pueda soportar este ancho de banda y retardo requerido. La aplicación es esperada para enviar datos solo después de que esta obtenga una confirmación de la red.

Differentiated. El servicio diferenciado utiliza la capacidad de particionar el tráfico en la red con múltiples prioridades o **ToS** (*Type of Service*). Se dispone de 3 bits de precedencia para diferenciar las aplicaciones sensibles a la congestión (se brindan mediante el encabezado del protocolo IPv4). Es por lo tanto un *Soft QoS*. El control de aplicación es del tipo *leaky-bucket*. Se puede soportar la función **CAR**, la cual permite una administración del ancho de banda (política de tráfico). La primera línea de defensa frente a la congestión es el uso de *buffer* de datos; lo cual implica el armado de una cola de espera y el retardo correspondiente dependiendo de la prioridad asignada en dicha cola.

Best-effort. Este es un servicio por *default* que no tiene en cuenta las modificaciones hechas por QoS. Se trata de una memoria *buffer* del tipo FIFO. Por ejemplo, el software Microsoft NetMeeting para aplicaciones multimedia utiliza la norma H.323 (E.164); la cual trabaja sobre redes LAN y redes corporativas. Esta norma no tiene previsto garantizar la calidad de servicio QoS.

Es un modelo de servicio único, en el cual una aplicación envía los datos siempre que se tengan y sin permiso de petición o sin informarle a la red. La red entrega datos si es que esta puede, sin ninguna seguridad de fiabilidad, límites de retardo, o capacidad.

Servicios Diferenciados (*Diff Serv*) y DSCP (*Differentiated Services Code Point*) para VoIP

El modelo de Diferenciación de Servicios (*Diff Serv*) proporciona un mecanismo escalable para clasificar dentro de grupos o clases que tienen los mismos requerimientos de QoS.

Las primeras redes del IP fueron basadas en el modelo del servicio del *best-effort*, que significó que el retardo, *jitter*, la pérdida de paquetes y la asignación del ancho de banda era imprevisible. Una gran cantidad de redes todavía siguen hoy este modelo del *best-effort* y no apoyan los usos realizados que requieren una cierta clase de garantía del servicio. Usando el modelo del *best-effort*, los abastecedores de servicio (SLAs) no tienen ningún medio de ofrecer los acuerdos del porcentaje de disponibilidad a sus clientes con excepción de sobre aprovisionamiento de su red para ocuparse de las horas pico del tráfico. Los clientes de la empresa y los usuarios del extremo no tienen ninguna manera de proporcionar el tratamiento de prioridad o el ancho de banda garantizado para VoIP.

El primer acercamiento arquitectónico a proporcionar QoS *end-to-end* requirió requisito de recurso de QoS (tales como ancho de banda y retardo garantizado) a la red. En un panorama VoIP, este acercamiento arquitectónico significó que tanto el teléfono de IP o *gateway* de voz necesitaran hacer peticiones de QoS a cada salto en la red de modo que los recursos *end-to-end* fueran asignados. Cada salto necesitó mantener la información del estado de la llamada para determinarse cuando lanzar los recursos de QoS para otras llamadas y usos, y si bastantes recursos estaban disponibles, aceptar llamadas con las garantías de QoS. Este método se llama el *modelo integrado de QoS de los servicios*. La puesta en práctica más común de servicios integrados utiliza el protocolo de la reservación del recurso (RSVP). RSVP tiene algunas ventajas, tales como Control de la Admisión de la Llamada (CAC), donde una llamada puede ser reenrutada enviando una señal apropiada al autor si la red no tiene los recursos de QoS disponibles apoyarla.

Protocolo RSVP

RSVP (*Resource Reservation Protocol*) es un protocolo de la red que permite a las aplicaciones de Internet obtener QoS especiales para sus flujos de datos. El RSVP no es un protocolo de enrutamiento; trabaja en conjunto con los protocolos de enrutamiento e instala el equivalente de las listas de acceso dinámico a lo largo de las rutas que se calculan los protocolos de ruteo. El RSVP ocupa el lugar de un protocolo de transporte en la pila de protocolos de siete capas del modelo OSI.

En el RSVP, un flujo de datos es una secuencia de mensajes que tiene el mismo origen, destino (uno o más) y QoS.

RSVP soporta tres tipos de tráfico: *best-effort*, *rate-sensitive* y *delay-sensitive*.

Para iniciar una sesión multicast RSVP, el receptor primero se adhiere al grupo multicast especificado por una dirección de destino de IP utilizando el IGMP (*Internet Group Management Protocol*). En el caso de una sesión unicast, el ruteo funge como lo hace el IGMP, en conjunto con PIM (*Protocol-Independent Multicast*) en el caso de un multicast. Después de que el receptor se adhiere a un grupo, un emisor potencial comienza a enviar mensajes de trayectoria RSVP hacia la dirección de destino del IP.

Estilo de reservación de RSVP

El estilo de reservación de RSVP se refiere a un conjunto de opciones de control que especifican varios de los parámetros soportados. El RSVP soporta dos clases básicas de reservación: *reservaciones distintas* y *reservaciones compartidas*. Las reservaciones distintas instalan un flujo para cada emisor relevante en cada sesión. Un conjunto de emisores que se sabe no interfieren entre sí utiliza una reservación compartida.

Estilo de Filtro Comodín

WF (*Wildcard-Filter*) especifica una reservación compartida con un alcance comodín. En una reservación estilo comodín, se crea una sola reservación en la que están mezclados los flujos de todos los emisores hacia arriba. La reservación se propaga hacia arriba a todos los *hosts* emisores y se extiende de manera automática hacia arriba a todos los *hosts* emisores y se extiende de manera automática hacia nuevos emisores a medida que éstos aparecen.

Estilo de Filtro Fijo

El estilo FF (*Fixed-Filter*) especifica una reservación distinta con un alcance explícito. El alcance de la reservación se determina por una lista explícita de emisores. La reservación total de un enlace para una sesión determinada es el total de reservaciones FF para todos los emisores solicitados. Sin embargo, las reservaciones FF que son solicitadas por diferentes receptores pero seleccionan al mismo emisor deben fusionarse para compartir una sola reservación en un nodo determinado.

Estilo Explícito Compartido

La reservación SE (*Shared-Explicit*) especifica un ambiente de reservación compartido con un alcance de reservación explícito. El estilo crea una sola reservación en la cual los flujos de todos los emisores hacia arriba se encuentran mezclados. Como sucede con una reservación FF, el conjunto de emisores es especificado de manera explícita por el receptor que hace la reservación.

RSVP para CAC (*Call Admission Control*)

Usando RSVP para VoIP CAC requiere la sincronización de la señalización de la llamada establecida y la señalización de RSVP. Esta sincronización garantiza que el teléfono de la parte llamante suena solamente después que los recursos se han reservado para la llamada. Esta sincronización también da al *gateway* de la voz el control de qué acción a tomar antes de que la disposición de llamada se mueva a la etapa el alertar si la reservación falla o no se puede terminar dentro de un período del tiempo predefinido. Una llamada de voz accionará dos reservaciones de RSVP porque los mecanismos de la reservación y del control de la admisión proporcionados por RSVP son unidireccionales. Cada gateway de voz es responsable de iniciar y de mantener una reservación hacia la otro gateway de voz. CAC falla para una llamada que falle VoIP.

3.4 Herramientas de QoS y Mercado

Los mecanismos de IP QoS son usados para implementar una coordinada política de Calidad de Servicio en dispositivos a través de la red. En el momento en que un paquete entra a la red, este es clasificado y usualmente definido en una clase identificada. Desde este momento el paquete es tratado por una variedad de mecanismos de QoS acordes a la clasificación del paquete. Dependiendo de los mecanismos que se encuentren, el paquete puede ser entregado, retardado, comprimido, fragmentado o desechado.

- 1.- Clasificación y Marcado
- 2.- Administración de la congestión
- 3.- *Policing & Shaping*
- 4.- Evitar la congestión
- 5.- Enlace Eficiente

3.4.1. Clasificación de paquetes y Mercado

La base para proporcionar QoS esta ubicada en la capacidad de los dispositivos de la red para identificar un grupo específico de paquetes, a este proceso se le llama clasificación de paquetes. Después de que se haya clasificado un paquete, éste necesita ser marcado fijando bits señalados en el encabezado de IP.

Descripción de clasificación de paquetes

Los dispositivos de red utilizan una dirección origen y destino en el encabezado IP u origen y destino del encabezado UDP para identificar los paquetes de voz. Esta identificación y proceso de agrupar se llama clasificación y es base para proporcionar cualquier QoS.

Además de los métodos estáticos de la clasificación que implican información de encabezado de la capa 3 o de la capa 4, se puede utilizar un mecanismo tal como *Resource Reservation Protocol* (RSVP) para la clasificación dinámica. RSVP utiliza H.245 que señala los paquetes para determinar qué puerto del UDP utilizará la conversación de la voz. Después instala listas dinámicas del acceso para identificar el tráfico de VoIP y pone el tráfico en una cola reservada. Un método simple para la clasificación del paquete se alcanza a través de la marca del byte del *Type of Service* (ToS) en el encabezado IP. Los tres bits más significativos del byte del ToS se llaman los bits de la precedencia de IP. Después de que cada salto en la red pueda clasificar e identificar los paquetes de VoIP (con la información de la dirección del puerto o a través del byte de ToS), esos saltos pueden entonces proveer de cada paquete de VoIP la QoS requerida. En ese punto, se pueden configurar técnicas especiales para proporcionar prioridad mediante el manejo de colas para cerciorarse de que los paquetes grandes de los datos no interfieren con la transmisión de datos de la voz, y para reducir requisitos de ancho de banda comprimiendo el encabezado de IP+ UDP + RTP de 40 bytes a solamente 2 ó 4.

Marcado

Los nodos deben marcar los paquetes de VoIP tan pronto como se hayan identificado y clasificado. Si un nodo puede fijar la precedencia de IP o bits de DSCP en el byte del ToS del encabezado de IP tan

pronto como identifique tráfico siendo tráfico de VoIP, entonces todos los otros nodos en la red pueden clasificar basándose en estos bits.

La marca es el proceso del nodo que fija el valor de alguna de las siguientes opciones:

- Tres bits de precedencia IP en el byte del ToS de IP
- Seis bits de DSCP en el byte del ToS del IP
- Tres bits experimentales de MPLS (EXP)
- Tres bits de Ethernet 802.1p clase de servicio (CoS)

En la mayoría de las redes del IP, el marcado de la precedencia IP o del DSCP debe ser suficiente para identificar el tráfico de VoIP.

A continuación se describe el marcado de los encabezados de Capa 2 y Capa 3:

Capa 2 Clase de Servicio

QoS: (*Quality of Service*). En redes IP se define la tasa de acceso contratada **CAR** (*Committed Access Rate*) en forma similar al CIR de Frame Relay y ATM. La calidad QoS se ve garantizada mediante protocolos de reservación **RSVP** y de tiempo real **RTP**.

IEEE 802.1p: Determina el uso de un *Tag* en el encabezado de MAC con 3 bits de precedencia. Se define el protocolo de registro para CoS **GARP** (*Generic Attribute Registration Protocol*). Las aplicaciones específicas del GARP son el registro de direcciones multicast.

IEEE 802.1Q: Servicio VLAN para realizar enlaces troncales punto-a-punto en una red de switch

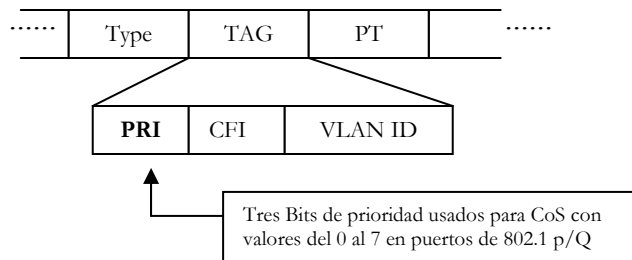


Figura 3.6

Capa 3 Tipo de Servicio

ToS (*Type of Service*). Es sinónimo de CoS en la capa 3. Sobre el protocolo IP se define el ToS con 3 bits (del segundo byte del encabezado IP) para asignar prioridades. Se denomina señal de precedencia.

Se puede particionar el tráfico en seis clases de servicio usando *IP Precedence* (el 6 y el 7 están reservados para uso de la red interna). Las tecnologías de encolamiento a través de la red pueden usar esta señal para mejorar su manejo.

Tecnologías tales como políticas basadas en enrutamiento, marcado basado en clases, y *Committed Access Rate* (CAR) pueden ser usadas para colocar precedencia basada en una lista extendida de clasificación. Esto permite una considerable flexibilidad para asignación de precedencia, incluyendo asignación por aplicación o por usuario o por subred origen destino, etc. Así que cada elemento de subred puede mejorar el servicio basándose en determinada política.

El campo *IP Precedence* puede ser marcado en el *host* o en la red del cliente y esta señalización puede ser opcional, sin embargo, esto puede ser invalidado por políticas dentro de la red.

Diffserv es un nuevo modelo que sustituye a *Inteserv*, y es respaldado compatible con *IP Precedence*. *Diffserv* usa seis bits de prioridad, los cuales permiten clasificar hasta 64 valores (0 al 63). Un valor *Diffserv* es llamado *Differentiated Services Code Point* (DSCP).

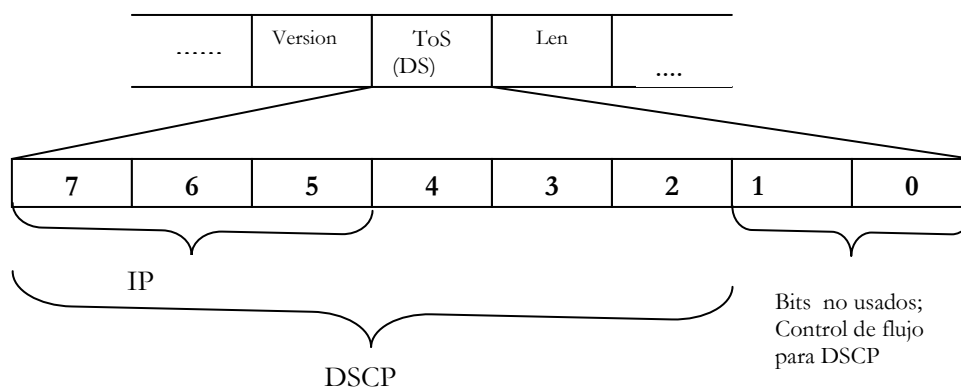


Figura 3.7

Herramientas de Clasificación y Marcado

Clasificación de CAR (*Committed Access Rate*)

Es una vieja técnica que implica un límite-tarifa o políticas del tráfico, esos ciertos criterios semejantes a un límite superior. CAR soporta la mayoría de los mecanismos semejantes de precedencia IP permitidas o bits de DSCP que se fijarán diferentemente dependiendo de si los paquetes se conforman con o exceden una tarifa especificada. En general CAR es más usada para paquetes de datos que para paquetes de voz.

Clasificación de Políticas basadas en el enrutamiento

El *Policy-Based Routing* (PBR) es otra vieja técnica que permite al tráfico ser enrutado basado en el puerto origen o acceso de listas. Esto también puede ser usado para clasificar y marcar paquetes.

Mecanismos de administración de encolamiento en QoS

Después de poner todo el tráfico que se haya puesto en las clases de QoS basadas en sus requerimientos, se necesitan poner garantías de prioridad de ancho de banda que se mantiene a través de un mecanismo inteligente de formación de colas como pueden ser: LLQ, FIFO, WFQ, CQ, PQ, etc. En la tabla 3.3 se describen algún software disponible para los mecanismos de manejo de colas.

3.4.2 Administración de la Congestión

Software	Descripción	Beneficios	Limitaciones
FIFO	<i>(First In, First Out)</i> : El primer mensaje en entrar es el primero en salir. Este es el mecanismo de QoS por <i>default</i> en las redes IP	Configuración simple y rápida operación	Es válido solo en redes con mínima congestión. No provee protección, no analiza el ancho de banda ni la posición en la cola de espera.
WFQ	<i>Weighted Fair Queuing</i>). Este mecanismo asigna una ponderación a cada flujo de forma que determina el orden de tránsito en la cola de paquetes. La ponderación se realiza mediante discriminadores disponibles en TCP/IP (dirección de origen y destino y tipo de protocolo en IP, número de <i>Socket</i> –port de TCP/UDP) y por el ToS en el protocolo IP.	Configuración simple. Por default sobre enlaces menores de 2Mbps.	No tiene prioridad en el servicio o las garantías de ancho de banda son posibles.
Custom Queueing (CQ)	<i>Custom Queuing</i>): Este mecanismo se basa en garantizar el ancho de banda mediante una cola de espera programada. El operador reserva un espacio de buffer y una asignación temporal a cada tipo de servicio.	Ha estado por pocos años y aproximadamente permite colocación de ancho de banda para diferente manejo de cola.	Servicios de prioridad no son posibles. Anchos de banda garantizados aproximadamente y hay numero limite para manejo de colas. Su configuración es relativamente difícil
Priority Queueing (PQ)	El trafico esta clasificado en alto, medio, normal y prioridad baja. La alta prioridad de trafico es el primer servicio, después el medio seguido por el normal y prioridad baja.	Ha estado disponible por pocos años y provee prioridad de servicio.	No hay garantías de ancho de banda.

Tabla 3.3a

Software	Descripción	Beneficios	Limitaciones
Class-Based WFQ (CBWF)	MQC es usado para clasificar tráfico. Clasificar tráfico es puesto dentro del manejo de colas reservar ancho de banda.	Similar a LLQ excepto que no hay prioridad de manejo de colas. Simple configuración y capacidad para proveer y garantizar BW.	No hay servicios de prioridades posibles.
Priority Queue WFQ (PQ-WFQ, llamado también IP RTP)	Una simple interfaz de comandos es usada para prioridad de servicios para todos los paquetes destinados a un par de puertos numerados dentro de un rango específico.	Simple, un comando de configuración. Prioridad de servicios para paquetes RTP	Los otros tráficos son tratados con WFQ: Tráfico RTCP no es prioridad. No garantiza capacidad de ancho de banda
LLQ (Previously called PQ-CBWFQ)	MQC se utiliza para clasificar tráfico. El tráfico clasificado se pone en una cola de prioridad, el ancho de banda reservado hace cola, o una cola sin reservas del defecto. Un planificador mantiene las coletas basadas en pesos de modo que el tráfico de la prioridad se envíe primero (hasta cierto límite limpiado durante la congestión) y las garantías del ancho de banda.	Configuración simple. Capacidad para proveer prioridad para múltiples clases de tráfico y dar límites superiores a la utilización de prioridad de ancho de banda. Se puede también configurar ancho de banda garantizado y clases por default.	Aún no hay mecanismos para proveer múltiples niveles de prioridad –todo el tráfico es enviado a través de la misma prioridad. Las clases separadas de la prioridad pueden tener límites superiores separados del ancho de banda de la prioridad durante la congestión, pero el compartir de la coleta de la prioridad entre los usos puede introducir <i>jitter</i> .

Tabla 3.3b

LLQ (*Low Latency Queuing*)

El manejo de colas es necesario para VoIP. Se pueden usar mecanismos que den alta prioridad a VoIP. Se puede utilizar cualquier mecanismo de manejo de colas. EL LLQ se recomienda por su fácil configuración.

Uno de los métodos que más satisface el manejo de colas es LLQ. El método de LLQ usa configuración de MQC (Modular QoS CLI) para proporcionar prioridad a ciertas clases de tráfico y de proporcionar el ancho de banda mínimo garantizado para otras clases. LLQ también permite que las profundidades del manejo de colas sean especificadas. Hay también un default de la clase que se utiliza para determinar el tratamiento de todo el tráfico no clasificado por una clase configurada. El default de la clase se puede configurar con el comando de la configuración del interfaz de la *fair-queuing*, que significa que cada flujo sin clasificar será dado una parte aproximadamente igual del ancho de banda restante. En la siguiente figura se muestra como trabaja LLQ.

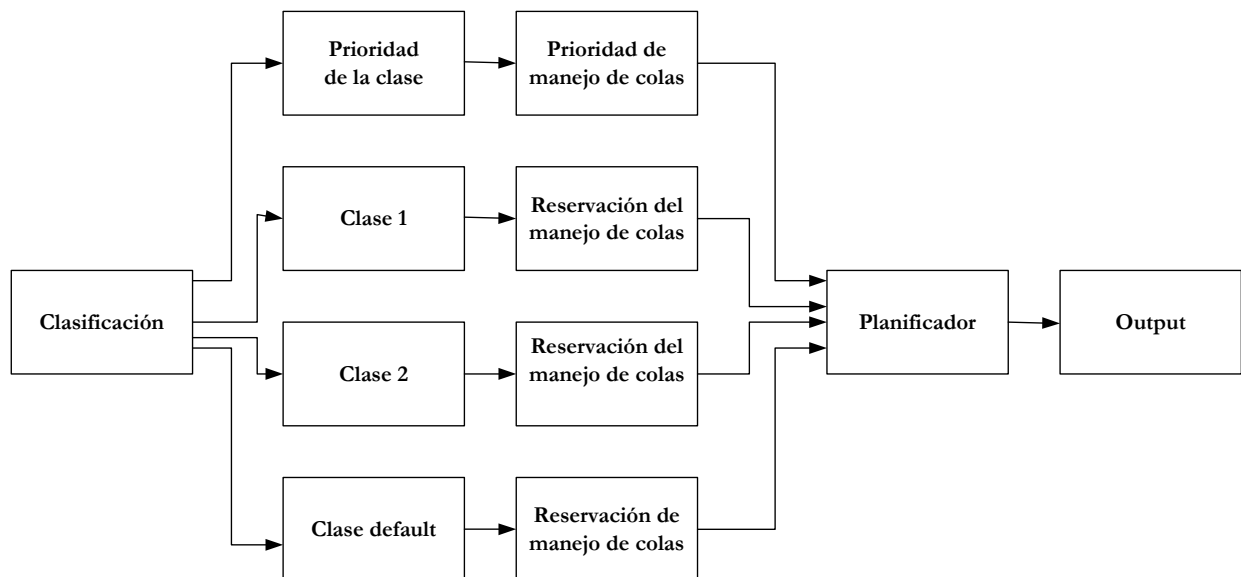


Figura 3.7 LLQ

La figura 3.7 muestra la operación de LLQ, todo el tráfico que sale de una interfaz o subinterfase (por Frame Relay y ATM) primero es clasificado usando MQC. Hay cuatro clases: una clase de alta prioridad, dos clases que garantizan el ancho de banda, y una clase por default. El tráfico de la clase prioritaria es puesto en la cola prioritaria y el tráfico de las clases que garantizan el ancho de banda se pone en colas de reserva. El tráfico de la clase por default puede ser dado a una cola de reserva o puede ser colocado en una cola por default sin reservar, donde cada flujo conseguirá una parte aproximadamente igual del ancho de banda sin reservar y disponible. El planificador de servicio de colas es usado para que el tráfico de la cola prioritaria salga primero, a menos que se exceda el ancho de banda prioritario y este ancho de banda sea necesitado por una cola de reservación de ancho de banda (esto es, existe una congestión). Las colas reservadas son usadas de acuerdo a su ancho de banda reservado, el cual el planificador usa para calcular un peso. El peso es usado para determinar que tan seguido una cola es usada y cuantos bytes son usados en ese momento. El planificador de servicio esta basado en el algoritmo *Weighted Fair Queuing* (WFQ).

Si la cola de prioridad se llena porque la tasa de transmisión del tráfico prioritario es mayor que el ancho de banda prioritario configurado, los paquetes al final de la cola prioritaria serán desechados solo si no hay mas ancho de banda sin reservar disponible. Ninguna de las colas reservadas están restringidas al ancho de banda configurado si este esta disponible. Los paquetes que violan el ancho de banda garantizado y prioritario son desechados solo durante periodos de congestión. Por lo tanto debe ser provista la prioridad de las colas con suficiente ancho de banda para manejar todo el tráfico de VoIP con prioridad de servicio.

El protocolo RTP

Tanto el protocolo de transporte en tiempo-real RTP como el protocolo de control RTCP se encuentran disponibles en RFC-3550. El protocolo RTP tiene como objetivo asegurar una QoS para servicios del tipo tiempo-real. Incluye la identificación de la carga útil, la numeración secuencial, la medición de tiempo y el reporte de la calidad (función del protocolo RTCP). Una de sus funciones principales es la del monitoreo de la tasa de entrega de datos.

Este protocolo **RTP** es de transporte (capa 4) y trabaja sobre **UDP** de forma que posee un checksum para detección de error y la posibilidad de multiplexación de puertos (puerto UDP). Las sesiones de protocolo RTP pueden ser multiplexadas. Para ello se recurre a un doble direccionamiento mediante las direcciones IP y el número de puerto en UDP.

El RTP funciona en conjunto con **RSVP** (capa 3) para la reservación de ancho de banda y asegurar QoS del tipo Garantizada. La QoS del tipo Diferenciada se logra mediante la priorización de tráfico que puede adoptar dos alternativas. En IP se pueden asignar diversas alternativas de prioridad para formar una cola de espera en enrutadores.

RTP además provee transporte para direcciones *unicast* y *multicast*. Por esta razón, también se encuentra involucrado el protocolo **IGMP** para administrar el servicio *multicast*. El paquete de RTP incluye un encabezado fijo y el *payload* de datos; RTCP utiliza el encabezado del RTP y ocupa el campo de carga útil.

Los paquetes de voz son compuestos de una o más tramas de códigos de voz encapsulados en el encabezado de IP/UDP/RTP. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de paquete de VoIP, con el encabezado RTP mostrado a detalle.

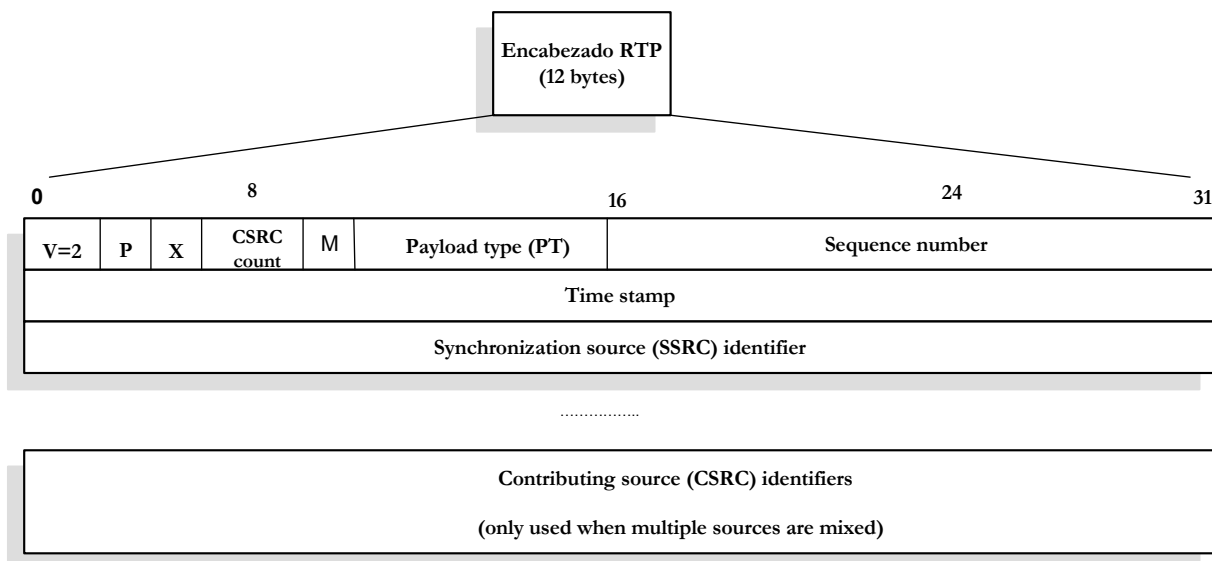


Figura 3.8 Paquete de VoIP con encabezado RTP

Real-Time Transport Protocol (RTP) provee los siguientes servicios:

- Distingue entre múltiples envíos en un flujo dentro de RTP.
- Reserva de tiempo de relación entre paquetes.
- Identifica tipos de medios.
- Seguridad de QoS.
- Habilita tiempo de sincronización entre flujos de medios.

Campo del encabezado RTP	Función o propósito
<i>Version (V)</i>	Especifica la versión de RTP
<i>Padding (P)</i>	Indica presencia/ausencia de bytes de relleno o para fijar tamaños de bloques de encriptación de algoritmos.
<i>Extensión (X)</i>	Identifica que sea un solo encabezado de longitud variable siguiendo los 12 bits fijados del encabezado.
<i>CSRC Coin (CC)</i>	Indica el número de CSRC
<i>Marker (M)</i>	Depende de la aplicación, para VoIP identifica el "speech burst".
<i>Payload Type (PT)</i>	Identifica códigos para VoIP.
<i>Sequence Number</i>	Habilita receptores para detectar paquetes perdidos.
<i>Time Stamp</i>	Habilita correctamente el tiempo de <i>playout</i> .
<i>SSRC</i>	Enviando orígenes: único identificador aleatorio para cada sesión multipunto enviada dada.
<i>CSRC</i>	Contribuyendo orígenes: para VoIP, indica todos los SSRCs que están mezclados en una conferencia

Tabla 3.4

Compresión del encabezado IP RTP

La compresión del encabezado IP RTP reduce los 40 bytes IP+UDP+RTP de 2 a 4 bytes, con lo cual reduce el ancho de banda requerido por llamada de voz en un enlace *point-to-point*. El

encabezado es comprimido en el final del enlace y descomprimido en otro final de enlace. Otro nombre estándar para esta técnica es cRTP, la cual coloca por compresión RTP. En la siguiente figura se muestra la funcionalidad de la compresión del encabezado RTP.

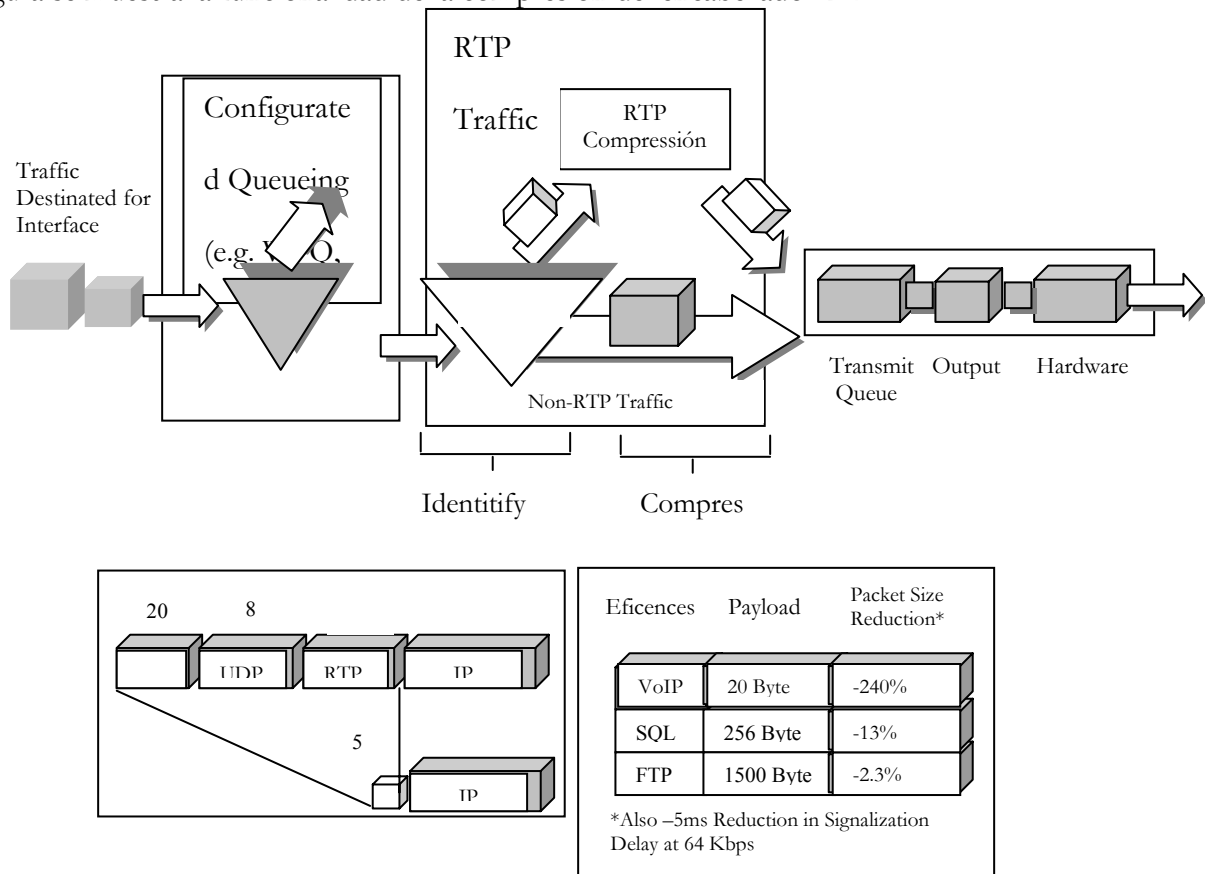


Figura 3.9 Compresión del encabezado RTP

Protocolo de Control RTCP (*Real-Time Control Protocol*)

Este protocolo permite completar a RTP facilitando la comunicación entre extremos para intercambiar datos y monitorear de esta forma la QoS y obtener información acerca de los participantes en la sesión. RTCP se fundamenta en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en la sesión usando el mismo mecanismo RTP de distribución de paquetes de datos. El protocolo UDP dispone de distintos puertos como mecanismo de identificación de protocolos. La función primordial de RTCP es la de proveer una realimentación de la calidad de servicio; se relaciona con el control de congestión y flujo de datos.

RTCP involucra varios tipos de mensajes (uno de los más interesantes es el *send report* que se informa en la tabla 3.7, 3.8 y 3.9).

- *Send report* para emisión y recepción estadísticas (en tiempo aleatorio) desde emisores activos.
- *Receiver Report* para recepciones estadísticas desde emisores no activos.

- *Source Description* para un identificador de nivel de transporte denominado CNAME (*Canonical Name*).
- *Bye* para indicar el final de la participación.
- *Application* para aplicaciones específicas.

OH	1 Byte de encabezado con las siguientes funciones:
VRS	2 bits. Identifica la actual versión (2) del protocolo.
RC	1 bit. Indica si luego de este paquete existe un <i>padding</i> adicional (por ejemplo, para completar el número de Bytes para criptografía en múltiplo de 8).
PT	1 Byte. (<i>Packet Type</i>). Identifica el tipo de paquete (decimal=200 para el paquete <i>Sender Report</i>)
Length	2 Bytes. Indica la longitud del paquete en unidades de 4 Bytes.
SSRC	4 Bytes. Identifica la fuente de temporización para el generador del reporte.

Tabla 3.5 *Send report*. Encabezado común

NTP-TS	8 Bytes. (<i>Network Time Protocol-TimeStamp</i>). Es el tiempo relativo al UTC 00:00:00 horas del día 01-01-1900
RTP-TS	4 Bytes. Se refiere al Time Stamp que es emitido en el RTP.
SPC	4 Bytes. (<i>Sender's Packet Count</i>). Es el total de paquetes emitidos por el transmisor desde el inicio de la sesión
SOC	4 Bytes. (<i>Sender's Octet Count</i>). Es el total de Bytes transmitidos desde el inicio de la sesión como carga útil. Es usado para estimar la tasa de datos promedio de payload en conjunto con SPC

Tabla 3.6 Información para evaluación de parámetros.

SSRC-n	4 Bytes. (<i>Source Identifier</i>). Identifica la fuente SSRC de información en el reporte de recepción.
SSRC-n	1 Byte. (<i>Fraction Lost</i>). Indica la relación fraccional (paquete perdido/total de paquetes) de paquetes perdidos desde el último reporte.
CNPL	3 Bytes. (<i>Cumulative Number Packet Lost</i>). Indica el total de paquetes perdidos desde el inicio de la recepción.
EHSNR	4 Bytes. (<i>Extended Highest Sequence Number Received</i>). Indica la numeración secuencial de recepción. Si el inicio de la recepción es distinto implica que los distintos posibles receptores (<i>multicast</i>) tienen un campo EHSNR diverso
IJ	4 Bytes. (<i>Interarrival Jitter</i>). El <i>jitter</i> se mide como la desviación de recepción respecto de la transmisión (en unidades de <i>timestamp</i>). Equivale a la diferencia de tiempo de tránsito relativo.
LSR-TS	4 Bytes. (<i>Last SR TimeStamp</i>). Es el último <i>timestamp</i> (información más significativa) de los paquetes recibidos.
DLSR	4 Bytes. (<i>Delay Since Last SR</i>). Es el retardo (entre la emisión y recepción) en unidades de 1/65536s del último paquete recibido.

Tabla 3.7 Reportes de Parámetros Evaluados

El mensaje *Send Report* dispone de 3 secciones bien diferenciadas:

- 1.-Los primeros 8 bytes (desde la versión hasta el identificador de la fuente de temporización SSRC) se refieren a un encabezado común.
- 2.-La segunda parte de 20 bytes (desde el tiempo universal de emisión NTP-TS hasta el conteo de octetos emitidos SOC) permite la evaluación de diferentes parámetros (retardo, *jitter*, eficiencia de datos, etc.).
- 3.-La tercera parte de 24 bytes lleva reportes que han sido obtenidos desde el último reporte informado. Se observa la presencia de reporte referido a la cantidad total de paquetes RTP perdidos y a la proporción de los mismos; la cantidad de paquetes recibidos y el *jitter* entre paquetes; el horario del último paquete recibido y el retardo de transmisión del mismo.

3.4.3 Policing y Shaping

Ambos mecanismos, *policing* y *shaping* ocurren dentro de la red. Estos usan marcado ya sea ToS o DSCP.

Con *policing*, la tasa a la cual el tráfico puede fluir es encapsulada. Esto hecho es realizado para controlar la velocidad del envío de datos.

Con *shaping*, la entrada del flujo de datos es suavizada, reduciendo la congestión en una red.

Policing

Policing es el componente de QoS que limita el flujo de tráfico a una tasa de bit configurada.

- Con capacidad limitada de velocidad de ráfaga Sin buffer los paquetes especificados por la velocidad de ráfaga, son desechados o tienen su precedencia alterada.

Una política típica desecha el tráfico no conformado. Por ejemplo, la política de velocidad limitada, *Committed Acces Rate* (CAR), ya sea que deseche los paquetes o rescriba su IP de precedencia, reseteando el bit del encabezado ToS.

Shaping

Shaping es el componente de QoS que regula el flujo de tráfico a un promedio o a una máxima tasa de transferencia de datos.

- Con capacidad de velocidad de ráfaga
- Con buffer – los paquetes no pueden ser enviados por lo que se dan en las colas (almacenados)
- Un *shaper* típico retarda el exceso de tráfico con ayuda de un buffer, o utiliza mecanismos para almacenar y darle forma al flujo cuando la velocidad de transmisión de datos o la fuente es mayor a la esperada.

Diferencias entre *Policing* y *Shaping*

El diagrama muestra el efecto de *policing* y *shaping* sobre el flujo de tráfico.

Policing y *shaping* aseguran que el tráfico no exceda el límite de ancho de banda. Ambos limitan el ancho de banda pero con un diferente impacto sobre el tráfico.

- *Policing* desecha con frecuencia los paquetes; es decir hay más reenvío
- *Shaping* agrega una variable de retardo

Shaping suaviza el tráfico almacenándolo en una cola con una tasa promedio configurada. Cuando un paquete llega a la interfaz por transmisión sucede lo siguiente:

- Si la cola esta vacía: el paquete que llega es procesado
- Si la cola no esta vacía: el paquete es puesto en la cola

Cuando hay paquetes en la cola, el formador de tráfico remueve los números de los paquetes y estos son enviados desde la cola cada intervalo de tiempo.

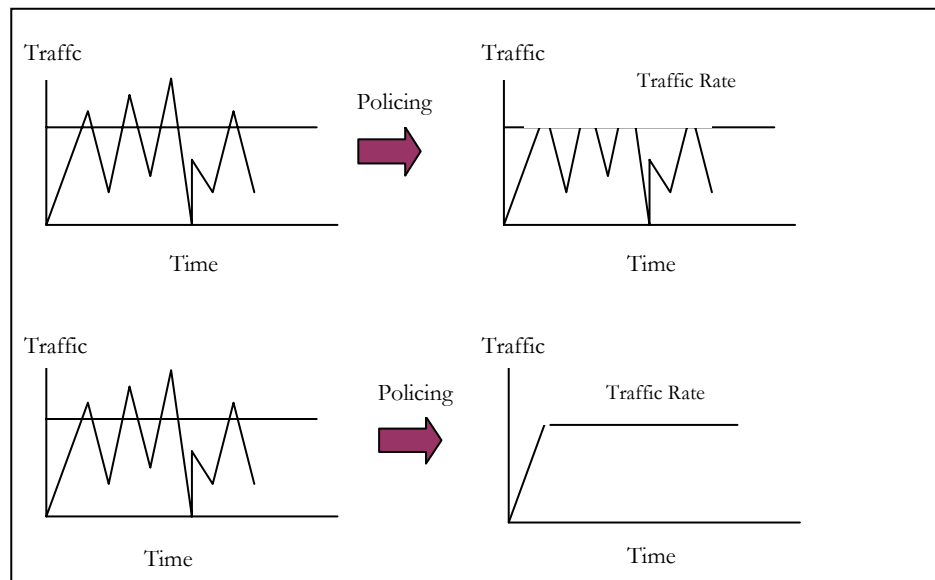


Figura 3.10 Las gráficas muestran el tráfico UDP- La ventana TCP se reduce después de desechar los paquetes

3.4.4 Congestion Avoidance

Las técnicas para evitar la congestión monitorean el tráfico de la red en un esfuerzo para anticiparse y evitar congestiones y los comunes cuellos de botella. Se logra evitar la congestión a través del desecho de paquetes.

Compararemos dos formas de la red que pueden responder a la congestión.

- *Tail Drop* es por default la cola responsable de la congestión. Cuando la salida de las colas esta llena y *Tail Drop* esta funcionando, todos los paquetes tratan de entrar a la cola, siendo desechados hasta que la congestión sea eliminada y la cola no este completamente llena. Esta trata a todo el tráfico por igual y no hace diferencia entre tipos de servicio.
- *Weighted Random Early Detection* (WRED) incrementa la probabilidad de que la congestión sea eliminada por el desecho de los paquetes de baja prioridad más que de los de alta prioridad y por el desecho de paquetes aleatoriamente así que no hay una “sincronización global” . Cuando el protocolo TCP elimina paquetes, esto causa que la estación transmisora disminuya su tasa de transmisión para evitar futuras congestiones.

Nótese que el WRED no es recomendado para colas de voz que contengan tráfico de voz. La red no debería ser diseñada para desechar paquetes de voz dado que la pérdida de estos resulta una reducción en la calidad. Sin embargo, la carga de voz es manejada por UDP, por lo que el desecho de paquetes de voz no podría disminuir mucho la congestión. WRED controla la congestión impactando otro tráfico basado en TCP y al evitar la congestión, ayuda a asegurar una calidad de voz.

Técnicas para evitar la congestión

- RED
- WRED

Random Early Detection (RED)

Antes de que se presenten los periodos de alta congestión, la detección temprana aleatoria (RED), desecha aleatoriamente los paquetes. Se le informa a la fuente del paquete seleccionado aleatoriamente que debe disminuir su velocidad de transmisión. Si la fuente del paquete esta utilizando TCP, este decrementará su velocidad de transmisión hasta que todos los paquetes alcancen su destino, indicando así que la congestión ha disminuido.

La probabilidad de que un paquete sea desechado, esta basada en tres parámetros configurables:

- *Umbral mínimo.* Cuando el promedio mínimo de colas esta por arriba del umbral mínimo, RED empieza a desecher paquetes. El promedio de los paquetes desechados incrementa linealmente así como el promedio del tamaño de la cola, hasta que el promedio del tamaño de la cola alcanza al máximo umbral.
- *Umbral máximo.* Cuando los tamaño promedio de la cola esta por arriba del máximo umbral, todos los paquetes son desechados. Si la diferencia entre el máximo umbral y el mínimo es muy pequeña, muchos paquetes pueden ser desechados al mismo tiempo, resultando una sincronización global.
- *Denominador de una marca de probabilidad.* Esta es una fracción de paquetes desechados cuando el promedio mínimo de colas se encuentra en el máximo umbral. Por ejemplo, si el denominador es 512, una salida de cada 512 paquetes es desechado cuando el promedio de la cola esta en el máximo umbral.

Weighted RED (WRED)

WRED combina RED con *IP Precedence* o DSCPs y éste desecha los paquetes basados en *IP Precedence* o en el marcado de DSCP.

WRED monitorea el promedio de la profundidad de la cola en el enrutador y determina cuando empezar a desecher los paquetes, basándose en la profundidad de la cola. Cuando el promedio de la profundidad de la cola atraviesa el mínimo umbral especificado por el usuario, WRED empieza a desecher paquetes (tanto TCP como UDP) con una probabilidad específica. Si el promedio de la profundidad de la cola atraviesa el umbral máximo especificado por el usuario, el WRED se revierte a “*tail drop*”. Donde todos los paquetes entrantes son desechados. La idea de usar WRED es de mantener la profundidad de cola a un nivel entre el mínimo y el máximo umbral.

WRED puede descartar selectivamente el tráfico de baja prioridad cuando la interfaz empieza a congestionarse y mejora diferenciadamente las características de las diferentes clases de servicio.

Para las interfaces configuradas para usar el *Resource Reservation Protocol* (RSVP), WRED escoge los paquetes provenientes de otros flujos para desecharlos en vez de los flujos de RSVP. También IP *Precedence* o DSCPs deciden que paquetes serán desechados, por lo que el tráfico que tiene baja prioridad tiene un alto porcentaje de ser desechado y por lo tanto tiende a ser más lento.

WRED reduce las oportunidades de *tail drop* de desechar los paquetes seleccionados cuando a la salida de la interfaz empiezan a mostrarse signos de congestión. Al desechar algunos paquetes tempranamente antes de esperar a que la cola este llena, WRED elimina el desechar un gran número de paquetes al mismo tiempo, y minimiza la posibilidad de una sincronización global. Así, WRED permite a la línea de transmisión ser usada completamente todo el tiempo.

WRED es solo útil cuando todo el tráfico es TCP. Con TCP, el desecho de paquetes indica congestión así que el transmisor reduce su velocidad de transmisión. Con otros protocolos, el transmisor de los paquetes puede que no responda o puede que reenvíe el paquete con la misma tasa de velocidad. Así que el desecho de paquetes no disminuya la congestión.

3.4.5 Enlace Eficiente

¿Por qué es necesario?

- El simple hecho de priorizar el tiempo de los paquetes no es suficiente sobre los enlaces de baja velocidad
- Enlaces lentos son aquellos en los que la velocidad del enlace es menor a los 768 Kbps.
- Los paquetes de tamaño largo sobre un enlace podrían causar retardo excesivo y un *jitter* para paquetes pequeños en tiempo real.

Para el retardo de paquetes pequeños en tiempo real, existen algunas herramientas de uso de QoS tales como *Resource Reservation Protocol* (RSVP) y *Weighted Fair Queuing* (WFQ) y el uso de los algoritmos de compresión de voz, tales como el *Excited Linear Prediction Compresión* (CELP), el cual reduce la inherente velocidad de 64 kbps a 8 kbps. A pesar de estas medidas, el retardo en tiempo real existe debido a que por cada paquete existe un encabezado muy largo, y el tamaño de la unidad máxima de transferencia (MTU) es necesaria para producir un tamaño aceptable de transmisión eficiente.

Link Fragmentation and Interleaving (LFI)

La fragmentación de los datos permite programar un algoritmo para transmitir paquetes en tiempo real sin tener que esperar por la seriación del frame completo de datos.

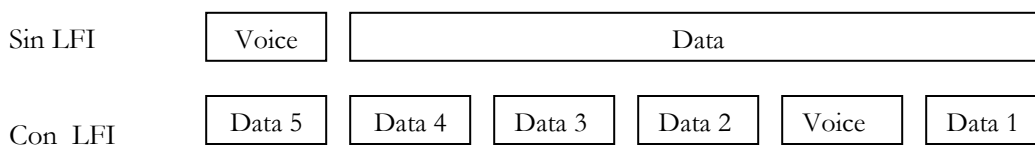


Figura 3.11

La fragmentación y el Intercalado (LFI) son usados en enlaces lentos para asegurarse que los paquetes de voz puedan ser enviados sin mucho retardo. Mientras un paquete de datos está siendo enviado, el paquete de voz debe esperar. Un paquete grande de datos puede significar una larga espera en un enlace lento de una red WAN, LFI permite que el paquete de voz pueda ser enviado más rápido, reduciendo la latencia.

Conclusiones

Integrar las redes de voz y datos resulta ser benéfica en muchos sentidos ya que existe una reducción de costos, ahorro de infraestructura y creación de nuevas aplicaciones. La transmisión de datos que utilizan los corporativos generalmente es a través del protocolo IP y para aprovechar la red resulta ser útil la integración de esta.

Cuando se ha decidido implementar VoIP se deben considerar aspectos tales como: el transporte, señalización y *códec* a utilizar. Actualmente existen diversas herramientas que se encargan de estos procesos. Para el transporte de la información contamos con los protocolos UDP/IP, para el proceso de señalización se tienen herramientas como H.323, SIP, MGCP y en cuanto a los *códecs*, existen diversos protocolos útiles como el G.711, G.722, G.729, etc. Además otro punto importante a considerar, es la técnica de ahorro de ancho de banda que forma parte del conjunto que una buena administración para proporcionar un buen servicio de VoIP con QoS.

La QoS apropiada es el paso más importante que hay que dar para asegurar una buena calidad de voz. Para que las transmisiones de VoIP sean inteligibles al receptor, los paquetes de la voz no deben tener retardos, por ello cuando se implemente esta tecnología será necesario utilizar mecanismos de QoS que permitan dar prioridad a los paquetes de voz. La elección de un mecanismo adecuado será el éxito de una buena transmisión que no degradará la calidad de la llamada, para ello se cuentan con mecanismos de gestión de colas dentro de los cuales están: LLQ, FIFO, WFQ, CQ, PQ.

Es un hecho que cada red es diferente, por eso es importante que se preste atención a los detalles y a que el administrador de la red sepa como armonizarla para proporcionar una QoS óptima. Así es como la elección de los elementos antes mencionados dependerá del tipo de infraestructura y necesidades que se tengan.

CAPÍTULO 4

Definición de proyecto piloto: VoIP

4.1 Descripción de la red

LINATEL es un *carrier* que proporciona servicios de telecomunicaciones integradas a diferentes sectores del mercado: residenciales, grandes corporativos, pequeñas y medianas empresas. Los servicios que ofrece son: transmisión de datos y acceso a Internet.

Cuenta con equipos de alta tecnología conformados por infraestructura de Cisco, como resultado de esto, LINATEL es una red lo suficientemente robusta, confiable y escalable para implementar nuevas y mejores tecnologías.

LINATEL esta en constante crecimiento y para entrar al mercado competitivo de las redes de telecomunicaciones ha decidido implementar una red convergente.

4.1.1 Arquitectura

LINATEL es una red jerárquica de tres niveles y cuenta con una infraestructura de equipos de Cisco.

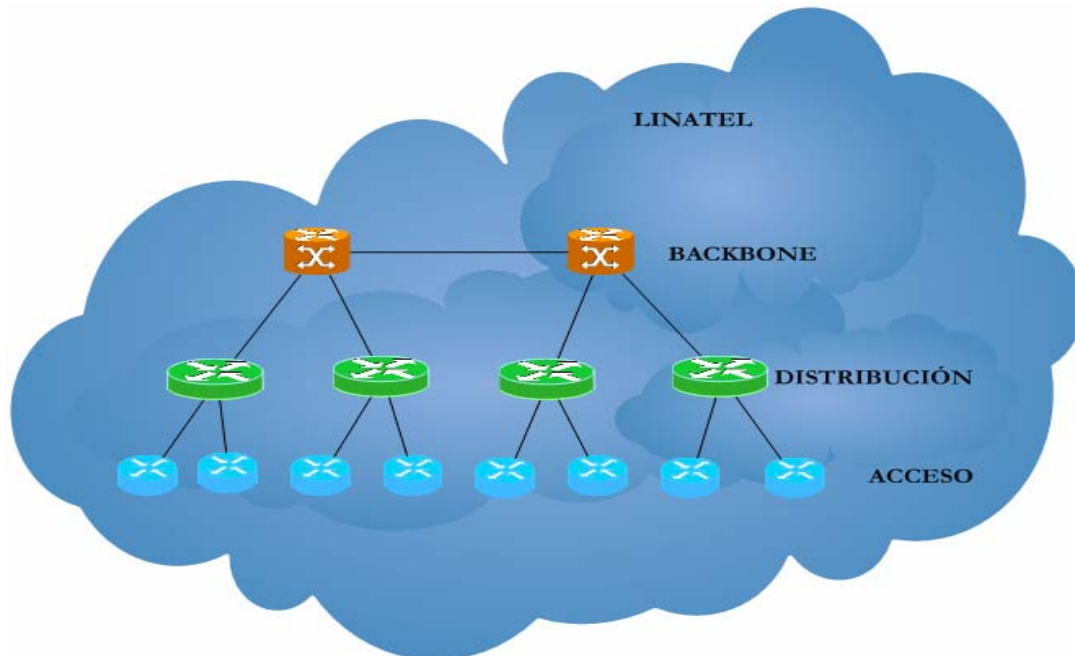


Figura 4.1 Arquitectura

4.1.2 Cobertura

La cobertura que actualmente maneja nuestra red es 64 ciudades distribuidas a lo largo de todo el país, teniendo conformado el *backbone* por los nodos: México, Monterrey, Guadalajara y Chiapas, de tal manera que a partir del *backbone* se distribuyen el tráfico de voz y datos al resto del país, por lo tanto esta cobertura se mantendrá al aplicar VoIP. El número de usuarios beneficiarios con esta tecnología será de 500.

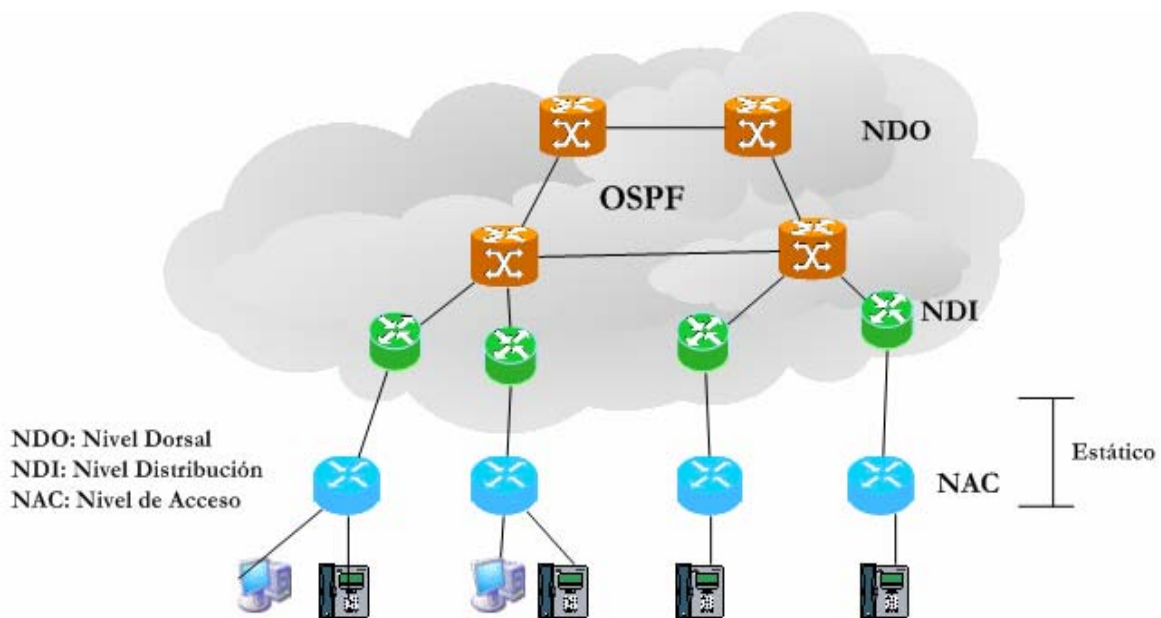
Las ciudades en las que se tiene cobertura son:

Yucatán	Pimienta
Mérida	Nieves
Río Lagartos	Jalisco
Tecax	Ixtapa
Komchen	Jamay
Tabasco	Guadalajara
Villa Hermosa	Cuquio
Vicente Guerrero	Edo. de México
Tenosique	Ecatepec
Tacotalpa	Itzcalli
Oaxaca	Toluca
Temascal	La Loma
Palomares	D.F.
La Venta	Querétaro
Chiapas	El Palmar
San Cristóbal	La Cañada
Tapachula	La Valla
Tonalá	Hidalgo
Tuxtla Gutiérrez	Tulancingo
Guanajuato	Tula
Irapuato	Apan
León	Pachuca
Celaya	Sonora
San Luís Potosí	Hermosillo
Río Verde	Saric
Cidral	Sasabe
Moctezuma	Quiriego
Cárdenas	Tamaulipas
Zacatecas	Río Bravo
La Victoria	Los Aztecas
El Ranchito	La Soledad
Chihuahua	Cd. Victoria

Julimes	San Vicente
Cedral	Rayones
La Norteña	Juárez
El Terrero	

4.1.3 Esquema de enrutamiento

El esquema de enrutamiento que utiliza la red LINATEL es OSPF (*Open Shortest Path First*), éste es para la parte de *backbone* y distribución, ya que para el acceso se cuenta con un enrutamiento estático, de tal manera que así se aprovecha al máximo el ancho de banda.



4.2 Esquema de enrutamiento

LINATEL tiene un *backbone* con un par de enrutadores en cada área de tal manera que existe redundancia. Los enlaces del *backbone* son STM-1, en nivel de distribución cuenta con enlaces E1 al igual que en el nivel de acceso.

La red LINATEL esta formada a partir de un direccionamiento de clase B, tomado de uno de los bloques de direccionamiento de red privada:

172.16.0.0 255.255.0.0

El direccionamiento de nivel dorsal se encuentra subneteadó a una mascara de 19 bits lo cual nos permite obtener 8 subredes, el primer bloque es tomado para el direccionamiento de los seriales,

los siguientes 4 son para las regiones donde tenemos presencia y como apreciamos en la siguiente tabla quedan 3 bloques para el crecimiento de nuestra red:

NIVEL DORSAL		
RED	MASCARA	REGION
172. 16. 0. 0	19	SERIALES
172. 16. 32. 0	19	GUADALAJARA
172. 16. 64. 0	19	MONTERREY
172. 16. 96. 0	19	MEXICO
172. 16. 128. 0	19	CHIAPAS
172. 16. 160. 0	19	Crecimiento
172. 16. 192. 0	19	Crecimiento
172. 16. 224. 0	19	Crecimiento

El nivel de distribución se encuentra a su vez se subnetado a una mascara de 22 bits, lo que nos permite obtener 8 subredes para la administración de nuestras regiones.

NIVEL DISTRIBUCION GUADALAJARA		
RED	MASCARA	ESTADOS
172. 16. 32. 0	22	SERIALES
172. 16. 36. 0	22	GUANAJUATO
172. 16. 40. 0	22	S.L.P
172. 16. 44. 0	22	ZACATECAS
172. 16. 48. 0	22	JALISCO
172. 16. 52. 0	22	Crecimiento
172. 16. 56. 0	22	Crecimiento
172. 16. 60. 0	22	Crecimiento

NIVEL DISTRIBUCION MONTERREY		
RED	MASCARA	ESTADOS
172. 16. 64. 0	22	SERIALES
172. 16. 68. 0	22	SONORA
172. 16. 72. 0	22	TAMAULIPAS
172. 16. 76. 0	22	CHIHUAHUA
172. 16. 80. 0	22	MONTERREY
172. 16. 84. 0	22	Crecimiento
172. 16. 88. 0	22	Crecimiento
172. 16. 92. 0	22	Crecimiento

NIVEL DISTRIBUCION MEXICO		
RED	MASCARA	ESTADOS
172. 16. 96. 0	22	SERIALES
172. 16. 100. 0	22	EDOMEX
172. 16. 104. 0	22	D.F.
172. 16. 108. 0	22	QUERETARO
172. 16. 112. 0	22	HIDALGO
172. 16. 116. 0	22	Crecimiento
172. 16. 120. 0	22	Crecimiento
172. 16. 124. 0	22	Crecimiento

NIVEL DISTRIBUCION CHIAPAS		
RED	MASCARA	ESTADOS
172. 16. 128. 0	22	SERIALES
172. 16. 132. 0	22	YUCATAN
172. 16. 136. 0	22	TABASCO
172. 16. 140. 0	22	OAXACA
172. 16. 144. 0	22	CHIAPAS
172. 16. 148. 0	22	Crecimiento
172. 16. 152. 0	22	Crecimiento
172. 16. 156. 0	22	Crecimiento

Por último, el nivel de acceso se encuentra subnetado a una mascara de 25 bits, lo que nos permite tener 8 subredes por cada región del nivel de acceso. A continuación se muestra el subneteo formado en la región de Guadalajara como ejemplificación ya que en las demás regiones se realizó el mismo proceso.

Guadalajara

NIVEL ACCESO GUANAJUATO		
RED	MASCARA	CIUDADES
172.16.36.0	25	SERIALES
172.16.36.128	25	GUANAJUATO
172.16.37.0	25	LEON
172.16.37.128	25	IRAPUATO
172.16.38.0	25	CELAYA
172.16.38.128	25	Crecimiento
172.16.39.0	25	Crecimiento
172.16.39.128	25	Crecimiento

NIVEL ACCESO S.L.P			
RED	MASCARA	CIUDADES	
172.16.44.0	25	SERIALES	
172.16.44.128	25	RIO VERDE	
172.16.45.0	25	CEDRAL	
172.16.45.128	25	MOCTEZUMA	
172.16.46.0	25	CARDENAS	
172.16.46.128	25	Crecimiento	
172.16.47.0	25	Crecimiento	
172.16.47.128	25	Crecimiento	

NIVEL ACCESO ZACATECAS		
RED	MASCARA	CIUDADES
172.16.40.0	25	SERIALES
172.16.40.128	25	LA VICTORIA
172.16.41.0	25	EL RANCHITO
172.16.41.128	25	PIMIENTA
172.16.42.0	25	NIEVES
172.16.42.128	25	Crecimiento
172.16.43.0	25	Crecimiento
172.16.43.128	25	Crecimiento

NIVEL ACCESO JALISCO			
RED	MASCARA	CIUDADES	
172.16.48.0	25	SERIALES	
172.16.48.128	25	IXTAPA	
172.16.49.0	25	JAMAY	
172.16.49.128	25	GUADALAJARA	
172.16.50.0	25	CUQUIO	
172.16.50.128	25	Crecimiento	
172.16.51.0	25	Crecimiento	
172.16.51.128	25	Crecimiento	

Así es como podemos apreciar que el direccionamiento de nuestra red se encuentra lo suficientemente sobrada contemplando un posible crecimiento. Esta red nos da la capacidad de obtener 126 usuarios en cada acceso.

A continuación se muestra el *backbone* y la parte de distribución de LINATEL

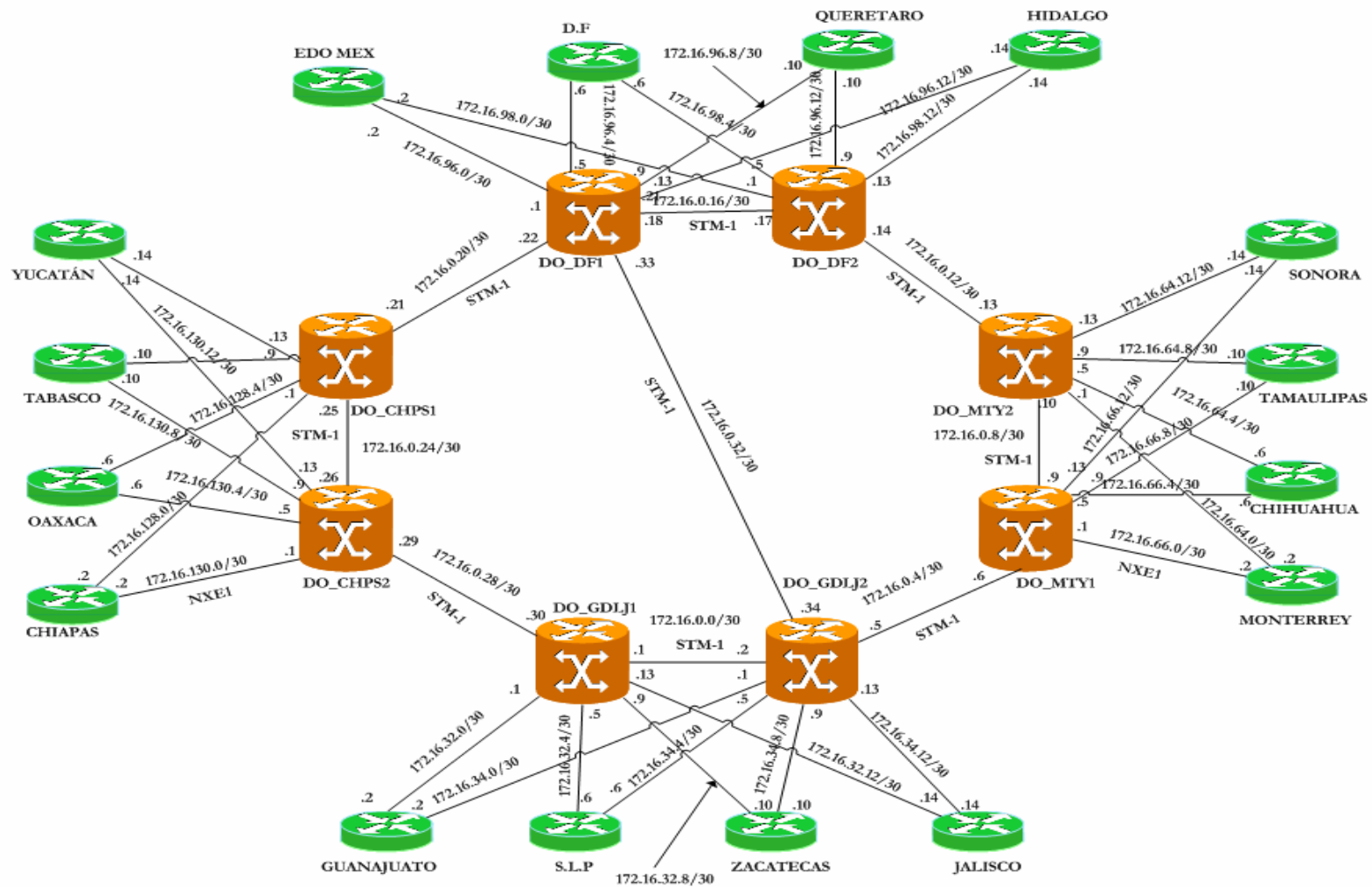


Figura 4.3 LINATEL

4.2 Definición de la problemática a solucionar

El personal encargado del soporte, mantenimiento e instalación de equipos, requiere tener acceso telefónico en cualquier sitio donde se tenga presencia de la red corporativa LINATEL, desafortunadamente esto no siempre es posible debido a que en las salas donde se encuentran los equipos no todas cuentan con el acceso a la PSTN.

Actualmente el personal tiene teléfonos celulares, tecnología que resulta muy costosa y que no siempre cubre las necesidades de comunicación debido a que no cuenta con la cobertura suficiente. Por eso se decidió utilizar la infraestructura de la red IP que se tiene para la transmisión de voz.

4.3 Solución *IP-Telephony*

4.3.1 Introducción solución *IP-Telephony*

La arquitectura de la solución de telefonía IP para LINATEL se compone de:

- PBX IP
- Terminales
- *Gateways*
- DSP

Una PBX IP es un sistema capaz de proveer todas las capacidades de una PBX tradicional sobre redes IP a nivel LAN y WAN dentro de una empresa, diseñada para manejar grandes volúmenes de llamadas con fines comerciales, *marketing*, servicio al cliente, servicio telefónico, etc.

El sistema de *IP Telephony* se encuentra constituido por tres grandes componentes: dispositivo de usuario, centro de procesamiento de llamada y *gateways* IP/PSTN. Estos tres subsistemas hacen uso de la infraestructura LAN/WAN existente para intercomunicarse entre sí.

Terminales: Se pueden implementar tanto en software como en hardware. El hardware que se utilizará son los Teléfonos IP.

Gateways: Un gateway es un dispositivo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales en la red IP y otros terminales o *gateways* en una red conmutada. En general, el propósito del gateway es reflejar las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa.

DSP (Digital Signal Processor): es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesamiento y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma obtiene muestras, normalmente provenientes de un conversor analógico/digital (ADC).

4.4 Descripción de solución Cisco *IP-Telephony*

Para *IP- Telephony*, Cisco ofrece sistemas integrados como *Cisco CallManager* que ofrece una solución amplia de *IP Telephony*, operadora automática, etc. La solución de Cisco es conveniente pues aloja eficientemente ancho de banda, maneja prioridades de tráfico, tiene mecanismos de manejo de congestión y permite rápidamente el acceso de datos. La solución de Cisco hace posible desarrollar redes híbridas y migrar a otras tecnologías.

La red multiservicios tendrá tecnología con soluciones escalables, algunas de las ventajas son:

DSP (*Digital Singal Processing*): habilita conferencias de voz en hardware como *Meet-me* y *Ad-Hoc*. Genera muestras de voz, cuando se utiliza G.729 tarda 10ms. El DSP convierte múltiples flujos de VoIP dentro de un flujo de TDM que se mezcla en una sola conferencia.

QoS (*Quality of Service*): maneja mecanismos de congestión, señalización, manejo de encolamiento.

Para la solución *IP-Telephony* se utilizará infraestructura de Cisco, por lo que para la implementación de esta arquitectura se necesitan la adquirir básicamente los siguientes equipos: *CallManager*, *Conference Bridge*, *Gateway*, licencias de *IP Softphone*.

Finalmente podemos decir que al converger datos y voz en una sola solución, Cisco ayuda a los clientes a simplificar el despliegue, la administración y el mantenimiento, a la vez que se incrementa la productividad y se disminuyen los gastos operativos.

4.5 Requerimientos de Hardware y Software

Para la implementación de la solución *IP-Telephony* la infraestructura de Cisco nos ofrece hardware y software necesario para cubrir todas nuestras necesidades.

4.5.1 *Cisco CallManager*

El *Cisco CallManager* es equivalente a un PBX IP, mencionado en la solución *IP Telephony*, el cual provee las mismas capacidades de un PBX.

Cisco CallManager es un servicio de software y hardware que procesa las llamadas, el cual administra todos los planes de marcación para los teléfonos IP, integra las funciones de un PBX. Aparece ante los *gateways* VoIP de Cisco como otro dispositivo H.323 y actúa como Proxy para todos los teléfonos IP. Además es un sistema que se extiende con la necesidad de implementar voz en sus redes de datos y tiene dispositivos como *IP phones*, dispositivos de procesamiento, VoIP *gateways* y aplicaciones multimedia. Se requerirá de dos equipos para la prueba piloto, de tal forma que exista redundancia y aseguremos la conexión.

4.5.2 *IP SoftPhone*

En este caso los *IP SoftPhones* son las terminales que se utilizan en la solución *IP Telephony*, esto dependerá de las necesidades que se tengan.

Cisco *IP SoftPhone* es un software para PC. Habilitado por Cisco AVVID (*Architecture for Voice, Video and Integrated Data*). Para la prueba piloto se requiere la compra de 20 licencias, para cubrir la fase I y II.

4.5.2.1 Requerimientos de *Softphone*

Requiere Microsoft Windows 2000 o Windows XP.

El sistema básico que debe tener la PC son los siguientes:

- Pentium II 266-MHz (Pentium 166-MHz MMX si se usa solamente el *phone control mode*)
- 64 a 128 MB de RAM (depende de la característica de activación)
- 40 MB de espacio libre en disco duro
- Tarjeta de sonido
- Navegador de Internet: *Microsoft Internet Explorer* versión 4.01 o mayor, *Netscape Navigator* 4.06 o mayor con Internet Explorer3.02.
- *Headset* o *handset*

Estándares soportados

- *Telephony Application Programming Interface* (TAPI)
- T.120 (integración via NetMeeting)
- H.323
- Codificador y decodificador G.711, G.723.1 y G.729A

Requerimientos del servidor:

- Cisco *CallManager* 3.0.6 o mayor
- Cisco *CallManager* 3.1 o mayor

4.5.3 *Conference Bridge*

Conference Bridge para *Cisco CallManager* es un software y hardware de aplicación diseñado para permitir conferencias *Ad Hoc* y *Meet-Me*.

Cada *conference bridge* puede tener seis participantes simultáneamente, es decir conferencias multipartitas. Al igual que los equipos antes mencionados, se requerirá la adquisición de dos *conference bridge*.

- *Collaboration*
- Estadísticas
- Contabilización del tiempo de cada llamada. Tarificación (*Billing*)

Llamadas on-net: Son aquellas llamadas en las que la trayectoria completa de ésta se realiza a través de la red IP.

Identificador de llamadas: Este servicio se refiere a que se puede visualizar el número telefónico de la llamada entrante.

Llamada en espera: Este servicio se activa cuando se esta hablando por teléfono y entra otra llamada, de tal suerte que la llamada entrante no se pierde por estar ocupando el teléfono, pues con este servicio se avisa que tenemos otra llamada entrante.

Desvío de llamadas: Este servicio desvía las llamadas a otro teléfono, el cual se ha configurado para que lleguen esas llamadas al usuario correspondiente.

Correo de voz: Este servicio tiene la función del tipo contestadora, pues cuando no se contesta el teléfono después de un número de tonos, se activa este servicio y la persona que llama puede dejar su recado.

Operadora automática (Autoattendant): En este servicio se activa una operadora la cual indica una selección de extensiones, las cuales el usuario puede seleccionar la de su preferencia.

Directorio: Es una base de datos que contiene la información principal de todo el personal.

Collaboration: En este servicio se activa una pizarra en donde dos abonados interactúan con diversas aplicaciones, además cuenta con un Chat.

Contabilización de cada llamada: Este servicio contiene toda la información relacionada con la duración de las llamadas origen, destino, hora de inicio y hora de terminación, de esta manera se lleva un control de la tarificación sobre las llamadas realizadas de todos los usuarios.

4.6.2 Perfiles de usuario

Es importante señalar que no todos los usuarios tendrán los mismos perfiles, a continuación se describen cuales son los que se manejarán:

Usuario nivel 3: este usuario tendrá todos los servicios antes mencionados, esta enfocado para personal de gerencia y subdirección la siguiente tabla muestra los servicios asociados a este tipo de usuario.

SERVICIOS	NOMBRE	LLAMADAS SALIENTES	LLAMADAS ENTRANTES
Tipos de llamada	<i>On-net</i> o Corporativa	Sí	Sí
	Local D.F.	Sí	Sí
	Números 800	Sí	Sí
	LD nacional	Sí	Sí
	LD internacional	Sí	Sí
	LD mundial	Sí	Sí
	Celular	Sí	Sí
Suplementarios	Conferencia	Sí	Sí
	Transferencia de llamadas	Sí	Sí
	Llamada en espera	Sí	Sí
	Identificador de llamadas	Sí	Sí
Otros servicios	Directorio global	Sí	Sí
	<i>Collaboration*</i>	Sí	Sí

Tabla 4.1 Servicios de usuarios nivel 3

*Solo aplica a *softphone*

Usuario nivel 2: este perfil esta enfocado para el personal que tiene que estar en sitio realizando pruebas de mantenimiento y configuración de equipos y debe estar comunicado no solamente con el corporativo, sino además con clientes y otras áreas.

SERVICIOS	NOMBRE	LLAMADAS SALIENTES	LLAMADAS ENTRANTES
Tipos de llamada	<i>On-net</i> o Corporativa	Sí	Sí
	Local D.F.	Sí	Sí
	LD nacional	Sí	Sí
	Celular	Sí	Sí
Suplementarios	Conferencia	Sí	Sí
	Transferencia de llamadas	Sí	Sí
	Llamada en espera	Sí	Sí
	Identificador de llamadas	Sí	Sí
Otros servicios	Directorio	Sí	Sí
	<i>Collaboration</i>	Sí	Sí

Tabla 4.2 Servicios de usuario nivel 2

Usuario nivel 1: Los servicios asociados a este usuario serán los servicios básicos de comunicación. El perfil de este usuario se muestra a continuación. Solo tendrá acceso a llamadas *on-net* o corporativa, transferencia de llamadas, llamada en espera y directorio global.

SERVICIOS	NOMBRE	LLAMADAS SALIENTES	LLAMADAS ENTRANTES
Tipos de llamada	<i>On-net</i> o Corporativa	Sí	Sí
Suplementarios	Transferencia de llamadas	Sí	Sí
	Llamada en espera	Sí	Sí
Otros servicios	Directorio global	Sí	Sí

Tabla 4.3 Servicios de usuario nivel 1

4.6.3 Plan de marcación

Para nuestro corporativo se planea una marcación de tres dígitos de esta manera se disminuye la superposición que pueda presentarse. A continuación se muestra una tabla que indica el sitio de los nodos seleccionados y el rango de números correspondientes para cada uno:

SITIO	RANGO DEL NUMERO
Distrito Federal	500 a 599
Guadalajara	600 a 699
Chiapas	700 a 799
Monterrey	800 a 899
Pruebas	900 a 1000

Tabla 4.4

Dentro del corporativo, para que se tenga una fácil marcación se tendrá lo que se define como *Direct Inward Dial* (DID), el cual es asignado por el proveedor telefónico, se conecta a la PSTN.

Se tendrá un número único de identificador por sitio, el cual será útil para conectarse directamente a la ciudad correspondiente. A continuación se señala en la siguiente tabla:

SITIO	IDENTIFICADOR ÚNICO
Distrito Federal	#5
Guadalajara	#6
Chiapas	#7
Monterrey	#8

Tabla 4.5

4.6 Integración con la PSTN

Para una integración con la PSTN, se requieren de software y hardware adecuado para la implementación exitosa de esta solución. Además de administrar la distribución de las llamadas, por lo que se utilizaran aplicaciones para identificar números de llamadas como ANI (*Automatic Number Identification*), DNIS (*Dialed Number Identification Service*), DID (*Direct Inward Dial*).

ANI: puede ser para troncales digitales o analógicas, es un número único de identificación.

DNIS: son usados para guiar llamadas a abonados específicos en una organización que comparte líneas de teléfono.

DID: una troncal DID habilita llamadas directas sin necesidad de que sean transferidas o se utilice una operadora automática. En principio se tendrán cinco DID para cada región del *backbone* (Distrito Federal, Guadalajara, Chiapas, Monterrey).

Estas son aplicaciones necesarias para que el gateway identifique las llamadas y las pueda distribuir correctamente de la PSTN a la red IP.

4.6.5 Selección del *códec*

Los métodos de codificación y compresión de voz son los primeros factores que pueden afectar potencialmente la calidad de voz, por ello es necesario hacer ciertas consideraciones como son:

- *Codec Bit Rate*, CBR
- Retardo del algoritmo
- Complejidad del proceso
- Calidad del voz

Cada una de las consideraciones anteriores se deben tomar en cuenta para la elección de un *códec* apropiado a nuestra red, pero para simplificar dichas características a continuación se muestra una gráfica de un artículo de Richard V. Cox de septiembre de 1997 editado en *IEEE Communications Magazine*, la cual muestra la calidad de voz y los requerimientos del *bit rate* para diferentes *códec*s G.726, G.727, G.728, G.711.

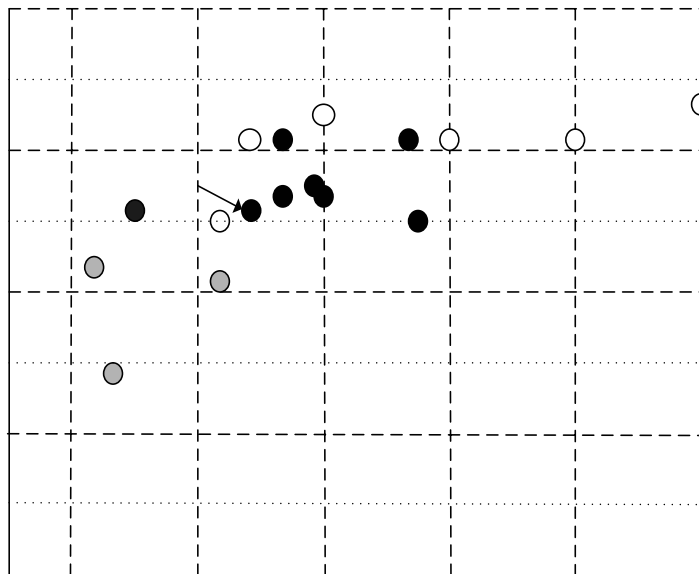


Figura 4.4 *Bit rate vs Calidad de Servicio*

Al observar la grafica anterior se tienen que hacer algunas aclaraciones, para la elección del *códec* aquí se muestra solamente el *bit rate* del *payload*, es decir, a este valor se le tiene que aumentar el encabezado del paquete, así que el G.711 queda descartado por la razón antes mencionada. Los *códec*s

G.726, G.727, G.728 aún tienen un *bit rate* considerable y la calidad disminuyó con respecto al G.711.

A continuación se anexa una tabla que contiene características principales de los diferentes *códecs*:

<i>Codec & Bit Rate (Kbps)</i>	<i>Codec Sample Size (Bytes)</i>	<i>Codec Sample Interval (ms)</i>	<i>Mean Opinion Score (MOS)</i>	<i>Voice Payload Size (Bytes)</i>	<i>Voice Payload Size (ms)</i>	<i>Packets Per Second (PPS)</i>	<i>Bandwidth Ethernet (Kbps)</i>	<i>Bandwidth HDLC (Kbps)</i>
G.711 (64)	80	10	4.1	160	20	50	87.2	82.4
G.729 (8)	10	10	3.92	20	20	50	31.2	29
G.723.1 (6.3)	24	30	3.9	24	30	34	21.9	18.566
G.723.1 (5.3)	20	30	3.8	20	30	34	20.8	17.566
G.726 (32)	20	5	3.85	80	20	50	55.2	50.4
G.726 (24)	15	5		60	20	50	47.2	42.4
G.728 (16)	10	5	3.61	60	30	34	31.5	28.266

Tabla 4.6 Métodos de compresión, *delay*, *bit rate*

4.6. 5.1 Retardo de la Codificación

La mayoría de los *códecs* para voz introducen una cantidad de retardo debido a la ventana de *sampling* y a la complejidad del proceso. Para nuestro caso el retardo del *códec* seleccionado es de 10 ms.

4.6.5.2 Complejidad en el proceso

El retardo del procesamiento de un *códec* es muy dependiente de la rapidez del procesador. Para cualquier plataforma de hardware o software, el retardo del procesamiento de un *códec* está correlacionado con la complejidad del proceso. Esta complejidad esta relacionada con el algoritmo, cuando éste es muy complejo, se requiere un buen procesador y mayor memoria para ejecutar el algoritmo del *códec*.

Al observar la tabla 4.6 vemos que los diferentes procesos de los *códecs* sacrifican tiempo en el proceso, el cual influye para determinar la elección de éste.

El G.711 toma una muestra de 80 bytes, de esta manera después de realizar la ejecución del algoritmo de este *códec*, el ancho de banda es superior a los 85Kbps por lo que no es conveniente la elección de este.

Para el G.723.1 (6.3Kbps) vemos que toma 24 bytes de muestra y después de realizar el proceso se tiene un ancho de banda de 24 Kbps, muy por debajo del G.711, pero sacrifica tiempo en la muestra del *códec*.

Para G.726 (32Kbps) tiene un ancho de banda en transmisión Ethernet y HDLC superior a los 50Kbps, a pesar de que el número de la muestra y el tiempo son menores que el G.711 y este ancho de banda no resulta ser adecuado.

Finalmente para G.728 tiene un *bit rate* de 16Kbps y para el transporte es necesario sumar los encabezados el resultado es muy parecido al que tenemos con G.729, pero la transmisión de paquetes y el MOS resultan ser menores. Además el *payload* es mayor lo que ocasiona que sacrifique más tiempo en el envío de paquetes por segundo.

4.6.6 Calculo del ancho de banda demandado con G.729 sobre Ethernet y HDLC

En TDM el ancho de banda esencial es de 64 Kbps por llamada, pero utilizando el método de compresión G.729 se tienen 8 Kbps. Cabe resaltar que estos 8 Kbps se refieren solo de *payload*, pero para la transmisión es necesario adicionar los encabezados de los protocolos que se utilizaran en el proceso, en este caso el IP, UDP y RTP.

Para la telefonía IP los protocolos importantes son RTP, UDP, IP y la interfaz de red.

Para calcular el ancho de banda son necesarias varias piezas de información como lo son:

P = Número de paquetes generados por segundo.

pr = Velocidad de los paquetes = 20 ms

$$P = \frac{1000(ms/s)}{pr(ms/sample)} * 1(pkt/sample)$$

$$P = \frac{1000(ms/s)}{20(ms/sample)} * 1(pkt/sample) = 50 pkt/s$$

V = Carga de la voz que esta en función del *códec* seleccionado, para G.729, la velocidad de *códec* es de 8000 b/s

$$V = \frac{Vel.codec}{8(b/B) * P(pkt/sec)}$$

$$V = \frac{8000(b/s)}{8(b/B) * 50(pkt/sec)} = 20(B/pkt)$$

I = Constante de los encabezados de IP+UDP+RTP

Donde el encabezado RTP consiste de nueve campos y tiene un mínimo de 12 bytes, el encabezado de UDP es de 8 bytes y finalmente el IP es de 20 bytes, de tal forma que la constante $I=40$ bytes.

$$I = 20+8+12 = \underline{40 \text{ bytes}}$$

a) Para Ethernet

L = Encabezado de la capa de enlace

L = 14 bytes del encabezado y 4 bytes de CRC = 18 bytes

El Bw demandado para cada llamada es definido por:

$$Bw = (V + I + L)(B / pkt) * 8(b / B) * P$$

$$BW = (20 + 40 + 18)(B / pkt) * 8(b / B) * 50 = \underline{31.2Kbps}$$

b) Para HDLC

L = Encabezado de la capa de enlace

L = 6 bytes

El BW demandado para cada llamada es definido por:

$$Bw = (V + I + L)(B / pkt) * 8(b / B) * P$$

$$Bw = (20 + 40 + 6)(B / pkt) * 8(b / B) * 50 = 26,400(b / s)$$

$$Bw = 26,400 + 10\%señalizacion = \underline{29.0 Kbps}$$

Para este caso de estudio se maneja un valor de **30 Kbps** para simplificación del análisis.

4.6.7 Calculo del tráfico por nodos

4.6.7.1 Nodos Seleccionados

Para realizar el cálculo del tráfico se han seleccionado cuatro nodos que serán analizados a continuación:

Distrito Federal: Este nodo se encuentra en el nivel de acceso y está conectado directamente al Distribuidor D.F. Cuenta con un enlace E1 del cual solo se utiliza el 50 % en promedio. Para este nodo se requiere que soporte 50 llamadas simultáneas.

$$\begin{aligned} \text{BW disponible} &= 1984 \text{ kbps} * 0.5 = 992 \text{ Kbps} \\ \text{BW necesario} &= 30 \text{ kbps} * 50 = 1.5 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Debido a la alta demanda de este nodo se recomienda poner en operación otro enlace E1 para poder este número de llamadas solicitadas.

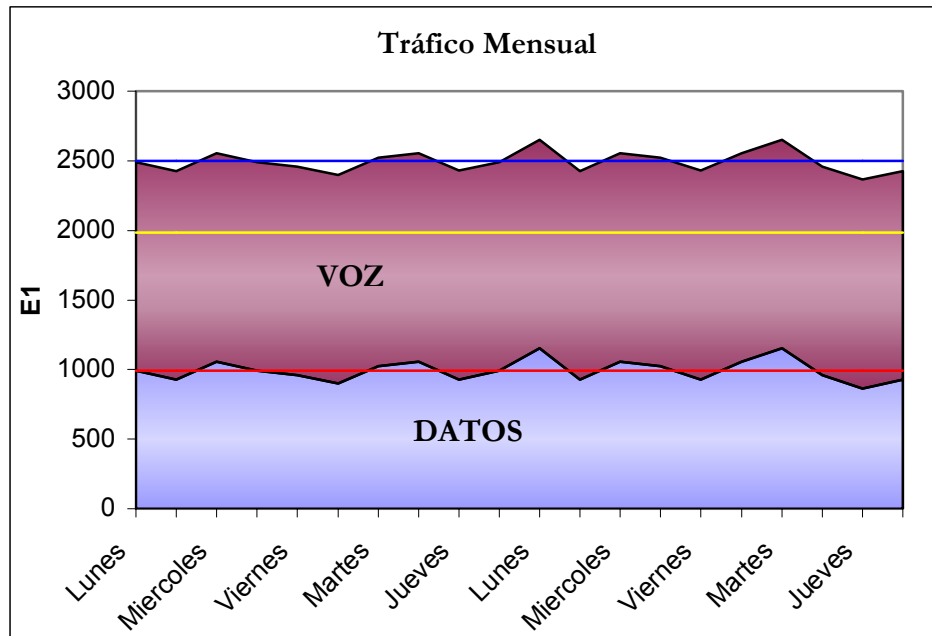


Fig. 4.5 Tráfico D.F.

Monterrey: Este nodo se encuentra en el área de acceso y está conectado al Distribuidor Monterrey. Se tiene un enlace E1 del cual se utiliza un 60% en promedio. El número de llamadas simultáneas que debe de soportar es de 15.

$$\begin{aligned} \text{BW disponible} &= 1984 \text{ Kbps} * 0.4 = 793.6 \text{ Kbps} \\ \text{BW necesario} &= 30 \text{ Kbps} * 15 = 450 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

Se observa que el enlace es suficiente para soportar este número de llamadas.

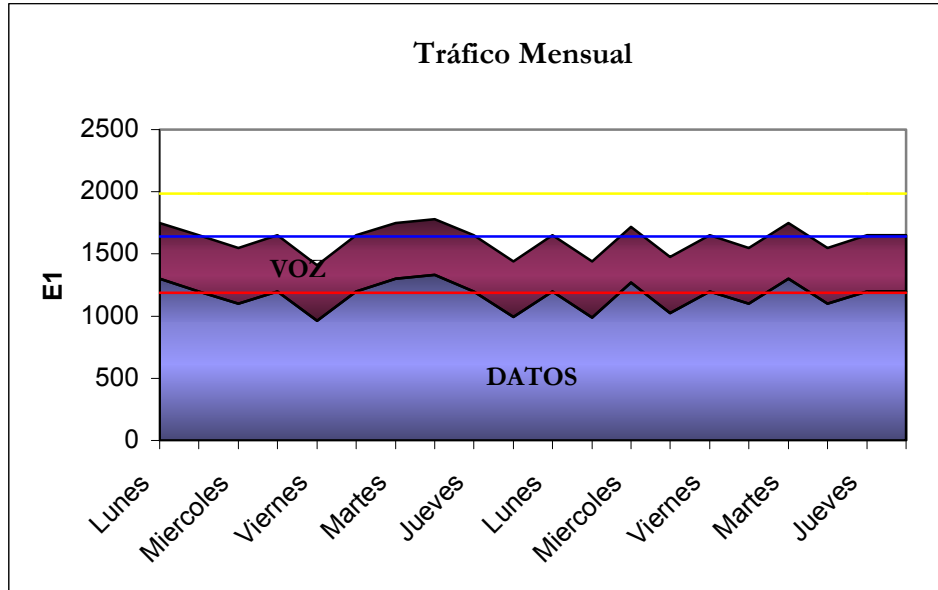


Fig. 4.6 Tráfico Monterrey

Guadalajara: Este nodo se encuentra en el área de acceso y está conectado al distribuidor Jalisco. Se tiene un enlace E1 del cual se utiliza un 60% en promedio. El número de llamadas simultáneas que debe de soportar es de 20.

BW disponible = 1984 Kbps * 0.4 = 793.6 Kbps

BW necesario = 30 Kbps * 20 = 600 Kbps

Para este nodo se observa que el enlace es suficiente para soportar este número de llamadas.

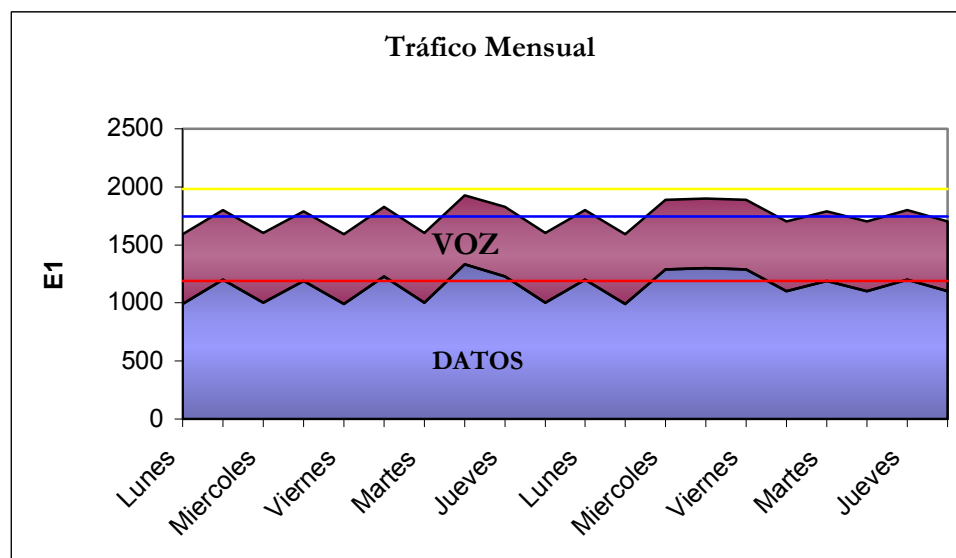


Fig. 4.7 Tráfico Guadalajara

Chiapas: Este nodo se encuentra conectado en el área de acceso y está conectado al Distribuidor Chiapas. Cuenta con un enlace E1 del cual solo se utiliza el 65 % en promedio. Para este nodo se requiere que soporte 25 llamadas simultáneas.

$$\text{BW disponible} = 1984 \text{ kbps} * .35 = 694.6 \text{ Kbps}$$

$$\text{BW necesario} = 30 \text{ kbps} * 25 = 750 \text{ Kbps}$$

Debido a que el departamento de finanzas no autoriza la compra de otro enlace para este nodo, es necesario utilizar herramientas de Calidad de Servicio que nos permitan administrar el ancho de banda de cada uno de los usuarios, para poder soportar todas las llamadas solicitadas.

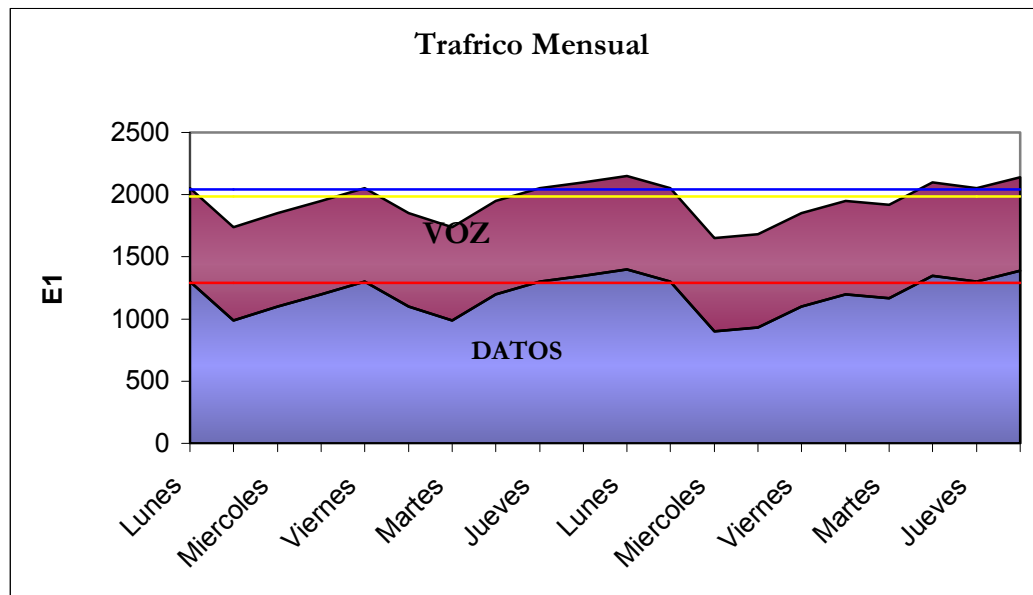


Fig. 4.8 Tráfico Chiapas

En la grafica anterior se muestra claramente que se necesita más ancho de banda para realizar veinticinco llamadas simultáneas, puesto que sobrepasa el ancho de banda disponible. Pareciera ser mínimo el sobrepaso de ancho de banda, pero es suficiente para perder paquetes y que no exista una buena transmisión de la voz. Por lo anterior se aplicará QoS y se ahorrará la compra de un enlace. Además, para este nodo se utilizará el servicio llamado *Clase para voz*.

Para poder transportar la voz resulta conveniente utilizar herramientas de QoS, como anteriormente se mencionó, para el manejo de la congestión se utilizará LLQ, ya que da prioridades a los paquetes de voz sobre los de datos y proporciona ancho de banda garantizado. La manera de marcación de los paquetes de voz sobre los de datos será utilizar DSCP y finalmente para el manejo de la congestión se utilizará WRED.

4.7 Esquema de Calidad de Servicio (QoS)

Debido a la necesidad de asegurar una tasa de datos en la red (ancho de banda), un retardo (*delay*) y una variación de retardo (*jitter*) se optó por implementar las siguientes herramientas:

De los tipos de servicio mencionados en el capítulo tres, optamos por los Servicios Diferenciados (*DiffServ*) ya que con este tenemos la capacidad de clasificar el tráfico en la red con múltiples prioridades.

4.7.1 Mercado de paquetes

El marcado de paquetes se realiza en el enrutador de acceso. La manera de marcación es a través de DSCP (*Differentiated Service Code Point*), que son seis bits del campo ToS de un paquete IP los cuales tienen valores predeterminados que permiten la asignación de distintos niveles de servicio al tráfico de red.

4.7.2 Manejo de la congestión

El manejo de colas es necesario para VoIP ya que se pueden usar mecanismos que den alta prioridad a VoIP y el LLQ se recomienda por su fácil configuración. Además, tiene la capacidad para proveer prioridad en múltiples clases de tráfico. Este mecanismo otorga a los paquetes de voz la prioridad y latencia necesarios para una buena calidad de voz.

4.7.3 Prevención de la congestión

Para la prevención de la congestión se utilizará WRED ya que incrementa la probabilidad de que la congestión sea eliminada por el desecho de paquetes de baja prioridad más que de los de alta prioridad y por el desecho de paquetes aleatoriamente así que no hay una “sincronización global”. WRED descarta los paquetes en forma aleatoria si la congestión aumenta.

4.7.4 Clases de servicio de QoS

Para diferenciar el tráfico en la red, LINATEL contará con tres clases de servicio:

Clase de datos: en la que se transportan datos como archivos, correos electrónicos, sin que sean de carácter crítico. De un enlace E1 se dispondrá de un 10% (198Kbps).

Clase de datos críticos: permite dar prioridad de transporte a la información. De un enlace E1 se dispondrá de un 50% (992 Kbps). Un ejemplo de datos críticos sería las comunicaciones remotas, facturación, transferencias, migraciones, entre otros.

Clase para voz: cuando se transporta voz y datos, los cuales son sensibles al retardo (VoIP). De un enlace E1 se dispondrá de un 40% (793.6Kbps).

4.8 Adecuación de la red

Se refiere a la revisión de la red, es decir, se verifica el estado del hardware y software de la red actual, de tal manera que esta etapa sirve para analizar los requerimientos para implementar VoIP. Además, se analiza toda la infraestructura de los nodos donde se realizará la implementación (enrutadores, *switches*, *gateways*, CPU, tarjetas, procesadores etc.).

4.8.1 Análisis de infraestructura

Después de verificar la red en los nodos del D.F., Chiapas, Guadalajara y Monterrey, encontramos equipo obsoleto que debe ser sustituido inmediatamente por uno actual, además se requiere actualizar el software de algunas computadoras.

En D.F. existen dos enrutadores que se tienen que sustituir, ya que no cumplen con ciertos requerimientos. Además en el nodo que se encuentra en Chiapas se tiene que cambiar un *switch*. y finalmente un enrutador en Monterrey se debe cambiar. Por otra parte uno de los sitios se debe adecuar correctamente ya que la instalación eléctrica y la ventilación necesaria no es la adecuada actualmente.

Sitio/Nodo	Equipo	Modelo	Cantidad	Observaciones
Chiapas	<i>Switch</i>	1924	1	No soporta QoS
D.F.	Enrutador	4000	1	Esta descontinuado
D.F.	Enrutador	1750	1	No soporta QoS
Monterrey	Enrutador	4500	1	Se busca un mejor desempeño
Monterrey	PC	Notebook	2	Tienen en espacio en disco duro de 15 Gb. Además cuentan con un sistema operativo Windows 98.
Guadalajara	PC	Notebook	1	La unidad D no sirve, además cuenta con un sistema operativo Windows 95.
D.F	PC	Notebook	1	Esta descontinuado el procesador, además cuenta con un sistema operativo Windows 95.

Tabla 4.7

Para la red, las características generales para la adquisición de equipo son las siguientes:

Equipo	Modelo	Cantidad	Característica	Observaciones
Switches	3750-48TS	1	48 puertos Ethernet 10/100 2 puertos SPF	Se comprará debido a que el que se tiene no soporta QoS
Enrutadores	3725	1	Plataforma multiservicio, interfaces T1/E1	Tiene un mejor desempeño
<i>Gateway</i> Universal	AS5300	1	216 puertos, AS5350 108 Universal port DFC card T1/E1/PRI 1RU universal-por	

Tabla 4.8

Equipo	Modelo	Cantidad	Característica	Observaciones
Switches	3750-48TS	1	48 puertos Ethernet 10/100 2 puertos SPF	Se comprará debido a que el que se tiene no soporta QoS
Enrutadores	3600	1	Plataforma multiservicio, interfaces T1/E1	Tiene un mejor desempeño
<i>Gateway</i> Universal	AS5300	1	216 puertos, AS5350 108 Universal <i>port</i> DFC card T1/E1/PRI 1RU universal-por	Equipo requerido para la solución <i>IP Telephony</i>
PC	Notebook	2	Cuentan con un sistema operativo Windows XP	Software y equipo necesario para las aplicaciones que se instalarán (Nodo Monterrey)
PC	Notebook	1	Cuenta con un sistema operativo Windows XP	Software y equipo necesario para las aplicaciones que se instalarán (Nodo Guadalajara)
PC	Notebook	1	Cuenta con un sistema operativo Windows XP	Software y equipo necesario para las aplicaciones que se instalarán (Nodo D.F.)

Tabla 4.9

Otros equipos:

Otros equipos	Cantidad	Característica	Observaciones
<i>Headphones</i>	48	Sensibilidad 106 dB/mW, longitud de cable 1.5m	Para tener comodidad de manejar el teléfono y computadora a la vez
<i>IP Softphone</i>	20	Software para la instalación de los teléfonos en la computadora	Para cubrir solo implementación de fase I y II

Tabla 4.10

Troncales:

Troncales	Cantidad	Característica	Observaciones
Adquirir E1	1	Se tendrá el siguiente número de cabecera: 52933. Dentro del corporativo el proveedor de servicios nos ofrece DID, además de ofrecer servicios de ANIS y DNIS.	Para el nodo del D.F. es necesario adquirirlo ya que no se cuenta con un BW suficiente.

Tabla 4.11

En este capítulo se describió la problemática de la red LINATEL y se propuso un diseño adecuado para darle solución de acuerdo a las necesidades requeridas. Aquí se definieron las estrategias del diseño, así como la propuesta de una solución de *IP Telephony*. En el capítulo siguiente se propone el plan a seguir para la implementación de esta nueva tecnología.

CAPÍTULO 5

Estrategia de implementación

5.1 Definición de fases y alcance de cada una

En este capítulo se describe el plan a seguir para la implementación de VoIP en la red de datos LINATEL.

La estrategia a seguir es dividir el proyecto en fases, para así facilitar la implementación. La fase uno corresponde a la instalación de una parte del proyecto piloto, la cual consistirá en realizar una llamada dentro del mismo nodo y entre cada uno de los nodos seleccionados.

En la segunda fase se terminará la implementación del proyecto piloto, por lo que se realizarán las llamadas con el número real de usuarios que tendrán acceso a este servicio en los nodos seleccionados, además ésta tecnología se implementará en todo el corporativo.

A partir de la tercera fase se integrarán por regiones los otros nodos, de tal forma que gradualmente se implementará VoIP en todo el corporativo.

Todas las fases tienen etapas comunes como: requisición, instalación, configuración, activación de QoS, pruebas y capacitación a los usuarios que a continuación se describen:

5.2 Requisición del equipo

Se refiere al trámite administrativo que se tiene que hacer para la solicitud del equipo necesario. Antes de solicitarlo se debe realizar una investigación de qué equipos cubren nuestras necesidades para la implementación de VoIP.

5.3 Instalación de equipo

Cuando se realice la entrega del equipo, será necesario revisar que éste se encuentre con las especificaciones con las que fue solicitado, además de encontrarse en correcto funcionamiento y contar con la garantía especificada por el proveedor, para finalmente conectarlo y ubicarlo en el área solicitada.

5.4 Configuración del equipo

En esta etapa se configuran los equipos como: enrutadores, *gateways*, *call manager*, *softphones*, plan de numeración y el software necesario para cada equipo.

5.5 Pruebas

Se refiere al período en el que se evaluará el estado de la red, es decir una vez que se ha instalado el software y se configuró todo el equipo, se realizarán pruebas de cada uno de los servicios implementados con el fin de observar el comportamiento de la red con la nueva infraestructura.

5.6 Capacitación a los usuarios

Se dividirá en dos etapas pues se les dará capacitación tanto a los usuarios y al personal que se encargará del mantenimiento y soporte de estos equipos.

5.7 Fase I

El objetivo de esta fase es realizar una llamada entre cada uno de los nodos seleccionados y dentro de ellos para probar la funcionalidad de la integración de la red y valorar la salud de esta. Será fundamental esta prueba para la próxima fase.

Los nodos que se integrarán son:

NODOS	NUMERO DE USUARIOS
D.F	2
Guadalajara	2
Chiapas	2
Monterrey	2

Tabla 5.1

Al final de esta fase se espera la comunicación exitosa de VoIP dentro de estos nodos y entre ellos, de tal forma que se tendrá una visión que nos permita la integración confiable de la siguiente etapa.

5.7.1 Implementación de fase I

5.7.1.1 Solicitud del equipo

El equipo que debe adquirirse de acuerdo a los requerimientos para la implementación de VoIP se enlista a continuación:

- 1 Enrutador
- 2 Switches
- 8 Licencias de *softphones*
- 8 Diademas (*Headphones*)
- 2 *Call Managers*
- 1 Gateway
- 2 Tarjetas para los enrutadores
- Sustitución de equipo obsoleto

5.7.1.2 Adecuación de la red

Se refiere a la implementación de los requerimientos mínimos necesarios antes de empezar a instalar el equipo que servirá para la tecnología VoIP. En el capítulo anterior se describió los equipos obsoletos que deben ser sustituidos, así como el software adecuado para las computadoras.

5.7.1.3 Configuración del equipo

Activación de servicios de telefonía IP

En esta etapa se requiere la activación de los servicios de telefonía IP para los usuarios de nivel 2, nivel definido para los ingenieros de campo.

5.7.1.4 Período de estabilización del servicio

Esta etapa se refiere al establecimiento del periodo de una semana en el que se observará el comportamiento de las configuraciones realizadas a los equipos, además del funcionamiento de los nuevos, durante el cual se espera no tener fallas al sistema. En caso de que se presenten fallas, se evaluará su criticidad, si es muy grave, el tiempo de estabilización comenzará a correr nuevamente a partir de la fecha en que se solucione el problema. En caso de que la falla sea de rápida solución y no cause mayor impacto, el periodo transcurre de manera normal y terminará en la fecha acordada originalmente.

5.7.1.4 Capacitación a los usuarios

Dado que solo se realizará solo una parte de la implementación del proyecto piloto, sólo se les dará a los ingenieros que participen en esta prueba una visión general de la forma de utilizar el *softphone*, en la siguiente etapa se dará un curso de capacitación tanto para los ingenieros de campo y a los encargados del soporte y mantenimiento de estos equipos.

5.7.1.5 Tiempo de entrega

El tiempo planeado para la implementación de VoIP es de once semanas para esta fase, tiempo que está condicionado a que se tengan todas las facilidades y disponibilidad para la instalación del equipo. En caso de que existan imprevistos, tales como problemas con el equipo,

falta de disponibilidad del personal o reducción del presupuesto, entre otros, esto retrasaría la implementación del proyecto.

5.8 Fase II

Una vez que se ha realizado la fase uno, se continuará en esta etapa con la integración de VoIP en los mismos nodos que en la fase anterior.

El objetivo de esta fase es la integración total del proyecto piloto y cubrir el área corporativa, de tal manera que al final de esta fase se puedan realizar llamadas dentro y entre todos los usuarios que pertenecen a los nodos seleccionados.

En esta etapa se pretenderá probar la funcionalidad de la red en la misma cobertura que la fase anterior: Distrito Federal, Guadalajara, Chiapas y Monterrey ya que en estas ciudades la comunicación es mayor que en otras áreas. Además de cubrir las necesidades de los ingenieros de campo, resulta conveniente la comunicación con los demás usuarios del corporativo (directores, subgerentes, supervisores entre otros usuarios), que se encuentran en otros sitios, ya sea por medio de llamadas locales, de larga distancia y dentro de la misma empresa, por esta razón se definieron los tres perfiles de usuarios en el capítulo anterior.

Los nodos que se implementaran y el número de usuarios se muestran a continuación:

NODOS	NUMERO DE USUARIOS
D.F	14
Guadalajara	9
Chiapas	7
Monterrey	11

Tabla 5.2

5.8.1 Implementación de fase II

5.8.1.1 Solicitud de enlaces

Dado que en el capítulo anterior se hizo un estudio de los nodos en los que se implementará VoIP, se llegó a la conclusión de que será necesaria la activación de un nuevo enlace, lo cual nos permitirá cubrir los requerimientos de ancho de banda.

Para esta fase solo es requerirá la solicitud de un enlace E1 para el acceso D.F.

5.8.1.2 Solicitud del equipo

El equipo que deberá adquirirse de acuerdo a los requerimientos para la implementación de VoIP se enlista a continuación:

- 23 Teléfonos IP modelo 7960.

- 40 Diademas (*Headphones*)
- 12 Licencias de *softphones*
- 1 *Gateway*

5.8.1.3 Instalación de equipo

Una vez que el equipo requerido ha llegado, el siguiente paso es instalarlo en un período no mayor a cuatro semanas.

5.8.1.4 Recepción de enlaces

En esta etapa se recibirá el nuevo enlace que se necesita para el acceso del D.F., de tal manera que con esta nueva adquisición serán cubiertas nuestras requerimientos de ancho de banda.

5.8.1.5 Configuración del equipo

Aquí se configurarán los equipos como: enrutadores, *gateways*, *softphones*, entre otros y se especificará el plan de numeración y se instalará el software necesario para la activación del servicio.

5.8.1.6 Activación de servicios de telefonía IP

Como en esta fase además de integrarse por completo los ingenieros de campo, se integrará el área corporativa de los mismos nodos, es aquí donde aplicaremos los tres perfiles de usuarios definidos en el capítulo cuatro.

5.8.1.7 Activación de QoS

Con este servicio se espera que se le de prioridad al flujo de voz sobre el de datos, en los nodos requeridos, tratando de hacer más eficiente este servicio con el fin de evitar problemas de retardo o pérdida de paquetes.

Como se mencionó anteriormente las herramientas de calidad a implementar son: de los tipos de servicio, se optó por el diferenciado, para el manejo de colas LLQ que se recomienda por su fácil configuración, escalabilidad, amigable con los enrutadores y consume menos recursos con los enrutadores y por último el protocolo a implementar es el RTP que trabaja sobre UDP. Esta activación se realizará en un lapso de cuatro semanas.

5.8.1.8 Período de estabilización del servicio

En un período de dos semanas, se observará el comportamiento de los equipos con las nuevas configuraciones, esperando que no se presenten fallas, de tal suerte que al término de esta etapa se pueda terminar la integración de esta fase. En caso de que se presenten fallas, se evaluará su criticidad, si es muy grave, el tiempo de estabilización comenzará a correr nuevamente a partir de la fecha en que se solucione el problema por lo que el tiempo de entrega se cambiaría. Si la falla es de

rápida solución y no causara mayor impacto en la red, el periodo transcurre de manera normal y terminaría en la fecha acordada originalmente.

5.8.1.9 Capacitación a los usuarios

Además de la capacitación para los usuarios que utilizarán directamente el equipo, es necesario capacitar al personal que tendrá la misión de dar soporte y mantenimiento a esta área.

La capacitación se dividirá en dos fases simultáneas en un período no mayor a una semana, es decir se les dará un curso tanto a los ingenieros de campo como a las personas encargadas del soporte técnico.

5.8.1.10 Tiempo de entrega

El tiempo planeado para la implementación de VoIP es de dieciséis semanas para esta fase, tiempo que está condicionado a que se tengan todas las facilidades y disponibilidad para la instalación del equipo. En caso de que existan imprevistos, tales como problemas con el equipo, falta de disponibilidad del personal o reducción del presupuesto, entre otros, esto retrasaría la implementación del proyecto.

5.10 Fase III

A partir de esta fase se realizará la implementación de VoIP por regiones, así que el objetivo de esta etapa cubrirá el área metropolitana.

Los nodos que se integrarán son:

NODOS	NUMERO DE USUARIOS
D.F.	11
Coyoacán	13
La Roma	15
Del Valle	9

Tabla 5.1

Al final de esta fase se espera la comunicación total y exitosa de VoIP en estos nodos.

Una vez que se han implementado con éxito estas fases, la acción a seguir es cubrir gradualmente todos nuestros sitios con esta tecnología.


CAPÍTULO 6

Conclusiones y Reflexiones

La implementación de VoIP se perfila como una de las tecnologías más prometedoras ya que ofrece ahorros en llamadas telefónicas, locales, de larga distancia o internacionales, todo esto a través de la integración de la red de datos y voz.

El transmitir la voz a través del Protocolo de Internet, nos da la facilidad de administrar nuestros servicios de voz y datos en una misma red. Además nuestra red de datos esta sustentada en este protocolo, por lo que la infraestructura con la que se cuenta se puede aprovechar al máximo. Otra ventaja es que se tendrá comunicación directa donde se tenga presencia de la red, ya que con la infraestructura actual esto no es posible, además el hecho de implementar esta tecnología es que como mínimo se ofrecen los mismos servicios que la telefonía tradicional.

La decisión de implementar una solución *IP Telephony*, satisface nuestras necesidades, pues actualmente se tienen problemas con la comunicación de los ingenieros de campo, ya que no siempre es posible realizar una llamada con teléfonos celulares o tener conexión a la PSTN, además de que se realizan constantemente llamadas locales y de larga distancia dentro del *carrier*. Para tener una ventaja competitiva ante otros sectores como *carriers* y proveedores de servicios resulta ser otra consideración para realizar el cambio a una red multiservicios.

Las redes IP en un principio fueron creadas  para transmitir sólo datos, por ello uno de los problemas principales es el retardo en la transmisión de paquetes. Debido a este limitante se implementan herramientas y mecanismos de *Calidad de Servicio* (QoS), ya que si no existe un suficiente ancho de banda se presentarán problemas de degradación de la voz, los cuales son molestos al oído humano.

Como se mencionó anteriormente es indispensable tener QoS para una transmisión de voz con calidad, de tal forma que deben utilizarse mecanismos y herramientas adecuadas tanto en el manejo de la congestión, prevención de la congestión y marcación de los paquetes. El no tener QoS, nos limita a la capacidad del ancho de banda.

Lo que hace la QoS es determinar que paquetes son los que pasan y da prioridad a los de voz sobre los de datos, de esta manera optimiza el ancho de banda disponible.

El hecho de realizar una estrategia y planificación adecuada con la finalidad de alcanzar el objetivo de implementar *IP Telephony*, resulta la parte clave de desarrollo del proyecto. Es importante considerar que antes de dar el primer paso y tomar la decisión de transmitir voz sobre el protocolo IP se debe hacer un análisis minucioso de la red actual y adecuarla a nuestras necesidades.

Las principales fases del proyecto son el análisis de requerimientos, la especificación, el diseño, el desarrollo e implementación y por último el mantenimiento.

El proceso de implementación de esta estrategia, requiere que se realicen paso a paso, de tal forma que el éxito de una primera fase nos dará pie a continuar con las siguientes y una vez que se obtengan los resultados esperados de la prueba piloto se podrá continuar la aplicación de esta tecnología, esto se realizará por regiones hasta cubrir todos los sitios con esta tecnología.

El proceso aunque parezca largo consideramos que es un tiempo adecuado, ya que este proyecto traerá grandes beneficios, mencionados anteriormente.

Actualmente se recomienda la implementación de VoIP para corporativos grandes, pero es un hecho que poco a poco se ha ido incorporando a otros mercados, como los residenciales, a través de proveedores que ofrecen estos servicios, aunque el cliente debe cubrir ciertos requisitos como el tener una contratación de Internet de banda ancha. Ésta no podría ser una gran ventaja, ya que se siguen pagando tanto los servicios del proveedor de telefonía tradicional y el contrato del servicio de VoIP.

Para LINATEL, en un futuro se espera integrar soluciones con *IP phones*, servicios de videoconferencias, mensajería unificada, etc. Con la implementación de esta tecnología se espera tener un crecimiento a corto plazo, por lo que se instalaran nuevos nodos en puntos estratégicos, de tal forma que se ofrezca un mejor servicio a nuestros clientes actuales. Una vez que se hayan integrado las nuevas soluciones mencionadas dentro del *carrier*, el siguiente paso será ofrecer estos servicios como se hará con los *IP softphones*.

El futuro de las telecomunicaciones va cambiando día con día y el tener una red multiservicios, hace que se tenga una empresa optimice sus operaciones y sea cada vez más eficiente, de esta manera se tendrá mayor productividad, movilidad, disponibilidad y escalabilidad al utilizar la misma red que ofrece servicios de voz y datos.

Todo esta evolucionando y no puede desaparecer tan repentinamente la telefonía tradicional, pero el hecho de tener VoIP tiene ventajas de servicios tanto para nuestros clientes así como para nuestro corporativo.



En las siguientes tablas se muestran los *carries* y proveedores de servicio que actualmente ofrecen servicios de redes convergentes.

CARRIER	NOMBRE DEL SERVICIO	DESCRIPCIÓN	TECNOLOGÍA
AVANTEL	NetVoice de Avantel	Permite navegar en Internet y hablar por teléfono al mismo tiempo. Acceso ilimitado a Internet de banda ancha (256Kbps). El costo de las llamadas es: en México \$1 el minuto + IVA, EU. y Canadá \$2.30 +IVA, América Central \$3.99+IVA, América del Sur y el Caribe \$5+IVA, Europa África y Mediterráneo \$5+IVA, Asia y resto del mundo \$9.99+IVA. Llamadas locales a celulares \$2.25+IVA (Las llamadas ilimitadas son de uso residencial)	Banda ancha de última generación
ALESTRA	Conexión Inteligente	Ofrece convergencia de servicios de voz, datos y video a través de un mismo dispositivo. Como beneficios tiene: llamadas ilimitadas entre sitios conectados a la VPN, Plan de marcación sin necesidad de PBX, Soporte de interface voz (FXO,FXS,E&M,E1,LAN), Salida a Internet de forma segura.	Solución integral de red: variedad de equipos enrutadores Cisco Systems, opciones flexibles de arrendamiento
AXTEL	Servicios IP	Ofrece una solución integral de comunicación en donde convergen voz, datos y video en una sola red IP	

Tabla A.1 Carries

PROVEEDOR DE SERVICIO	NOMBRE DEL SERVICIO	DESCRIPCIÓN	REQUISITO	SERVICIOS ADICIONALES
IUSA COM	VOXIP	<p>Servicio residencial servicio de telefonía que utiliza el poder del Internet para realizar y recibir llamadas, también ofrecen servicios corporativos y a Pymes</p> <p>Plan Residencial (Ligth, Ilimitado): Llamada Local \$1.25 Llamada a celular desde \$1.75 Llamadas nacionales, US y Canadá: \$1.30 Activacion:\$499 Línea adicional: \$99</p> <p>Planes microempresariales (Light o Ilimitado): LLamada local (light) \$1.25, Llamada a celular desde: \$1.75, Larga distancia(light):\$1.30, Larga distancia (ilimitado): \$0.98 VOX ilimitado en Microempresas: \$899</p>	A través de Internet de Banda Ancha	Identificador de llamadas, correo de voz, bloqueo de llamadas, conferencia tripartita, regreso de llamadas, transferencia de llamadas, número privado, llamada en espera, restricción de llamadas, entre otros servicios

Tabla A.2 Proveedor de servicio

OTRO	NOMBRE DEL SERVICIO	DESCRIPCIÓN	TECNOLOGÍA	COSTO
AVAYA	VRNMS (Servicios de administración remota de redes para redes de voz)	Servicios de monitoreo, solución de problemas y administración de la red de voz. Para redes e voz, el plan básico ofrece servicios de monitoreo, diagnóstico y solución de problemas de forma remota, genera informes mensuales.	Múltiples tecnologías dependiendo de las necesidades de cada uno de sitios, tales como fibra óptica, líneas dedicadas y accesos inalámbricos, integración con Cisco, Nortel, Avaya entre otros.	Maneja diferentes paquetes.

Tabla A.3 Otro



GLOSARIO

A

ADSL: *Asynchronous Digital Subscriber Line*. Tecnología que permite transformar la línea telefónica en líneas de acceso a Internet de alta velocidad.

Ancho de Banda: Diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja disponible en una red. Este término también se utiliza para describir la tasa máxima de transmisión con un medio de transmisión o un protocolo determinado.

B

BER: *Bit Error Rate*. La tasa de bits recibidos que contienen errores.

Bridge. Es un dispositivo que conecta y pasa información entre dos segmentos de red. Los puentes operan en la capa 2 del modelo de referencia OSI.

Búfer (*buffer*): Área de almacenamiento utilizada para el manejo de datos en tránsito. En el entorno de interconectividad, los búferes se utilizan para compensar las diferencias entre las velocidades de procesamiento de los dispositivos de una red. Las ráfagas de datos se pueden almacenar en búferes hasta que estas puedan ser manejadas por dispositivos de procesamiento más lentos. También se le conoce como paquete o memoria de almacenamiento de paquetes.

C

Call Center: es un centro de servicio telefónico que tiene la capacidad de atender altos volúmenes de llamadas, con diferentes objetivos. Su principal enfoque es el de la generación de llamadas de Salida (llamadas de *outbound*) y la recepción de llamadas (llamadas de *inbound*), cubriendo las expectativas de cada una de las campañas implementadas.

Carrier: En su significado de portadora carrier es una señal o pulso transmitido a través de una línea de telecomunicación. Un carrier es también una empresa que opera en el sector de las telecomunicaciones ofreciendo servicios de telefonía.

CIR: *Committed Information Rate*. Tasa de Información Comprometida. Es la tasa a la que, por acuerdo, una red Frame Relay transfiere información en condiciones normales, promediada a lo largo de un incremento mínimo de tiempo.

Cola: Conjunto de paquetes en espera de ser direccionados a través de una interfase del ruteador.

D

Delay. Es el tiempo entre el inicio de transacción de un emisor y la primera respuesta recibida por éste. Asimismo es el tiempo que se requiere para transferir un paquete desde una fuente a un destino por una trayectoria determinada.

DMTF. La marcación de tonos multifrecuencia DTMF (*Dual Tone Multifrequency*) consiste en un sistema de marcación basado en la transmisión de un tono de alta frecuencia y otro de baja frecuencia que combinados identifican los dígitos del teclado de un terminal telefónico (0 a 9 y teclas especiales, # *).

E

Enrutador. Dispositivo de la capa de red que utiliza una o mas medidas para determinar la trayectoria óptima a lo largo de la cual deba direccionarse el tráfico de la red. Los enrutadores direccional paquetes de una red a otra con base en la información de la capa de red.

Ethernet. Especificación de LAN de banda base, inventada por la Corporación Seros y desarrollada en conjunto por Seros, Intel y *Digital Equipment Corporation*. Las redes Ethernet utilizan el método de acceso CSMA/CD y corren sobre una gran variedad de tipos de cables a 10Mbps. La red Ethernet es similar a los estándares de la serie IEEE 802.3.

G

Gateway: Puerta de enlace. En la comunidad IP, es un término antiguo con el que se hace referencia a un dispositivo de ruteo. Actualmente se utiliza el término enrutador para describir a los nodos que se realizan esta función, y *puerta de enlace* se refiere a un dispositivo de propósito especial que lleva a cabo una conversión de información de la capa de aplicación de una pila de protocolos a otra.

H

Hosts: Sistema de computación en una red. Es similar al termino nodo excepto en que el *host* por lo común implica un sistema de computadoras, en tanto que un nodo en general se aplica a cualquier sistema de red, incluyendo a los servidores de acceso y enrutadores.

Hub: 1.-En general, es un término que se utiliza para describir un dispositivo que sirve como el centro de una red con topología estrella.

2.-Es un dispositivo de hardware o software que contiene múltiples módulos de red y equipos de red independientes pero conectados.

3.-En Ethernet y el estándar IEEE 802.3, es un repetidor multipuesto de Ethernet también conocido como concentrador

I

IP Protocolo de Internet. El IP es un protocolo de la capa de red que tiene información de direccionamiento e información de control que permite el ruteo de paquetes.

IEEE: Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad. Organización profesional cuyas actividades incluyen en el desarrollo de los estándares de comunicaciones y de redes. Los estándares IEE LAN son los estándares LAN que predominan actualmente.

ITU-T: Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones. Organismo internacional que desarrolla estándares para las diferentes tecnologías de telecomunicaciones a nivel mundial. La ITU-T realiza las funciones que desempeñaba el Comité Consultivo Internacional de Telefonía, CCITT.

J

Jitter: Se entiende el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante

L

Latencia: Se denomina *latencia* a la suma de los retardos en la red. Los retardos están constituidos por el retardo de propagación y el de transmisión.

M

MCU: Control de unidades multipunto. Proporciona un método para H.323 a interconectar voz y videoconferencia

MTU: *Maxim Transmisión Unit*. Es el tamaño máximo de un paquete en bytes que puede manejar una interfase particular.

P

Protocolo de Ruteo. Es un protocolo que logra el ruteo a través de la implementación de un algoritmo de un ruteo específico.

PVC: Circuito Virtual Permanente, generalmente, un circuito virtual que se establece de manera permanente. Los PVC salvan ancho e banda asociado con el establecimiento y cancelación de circuitos en aquellas situaciones cuyos circuitos virtuales deben existir todo el tiempo.

Q

QoS: *Quality of Service*. La Calidad de Servicio, es la capacidad de la red para identificar diferentes tipos de tráfico y establecer niveles de servicio especificado en términos de ancho de banda, retardo, variación del retardo, pérdida de paquete o disponibilidad.

R

Reservación de ancho de banda. Proceso de asignar ancho de banda a usuarios y aplicaciones servidas por una red. Involucra la asignación de prioridades a diferentes flujos de tráfico con base en qué tan críticos o sensibles al retardo sean dichos flujos.

S

SDH: *Synchronous Digital Hierarchy*. Estándar europeo que define un conjunto de estándares de velocidad y de formato de transmisión, utilizando señales ópticas a las mismas frecuencias utilizadas en las redes 10BaseT

Socket: Estructura de software que opera como un punto terminal de comunicaciones en un dispositivo de red.

T

TCP. Protocolo de Control de Transmisión. Protocolo orientado a la conexión que pertenece a la capa de transporte y que ofrece una transmisión confiable de datos duplex total.

TDM: *Time Division Multiplex*. Es la técnica que permite asignar ancho de banda a la información proveniente de diferentes canales en un solo cable, con base en ranuras de tiempo previamente asignadas. El ancho de banda se asigna a cada canal sin considerar si la estación tiene datos para transmitir.

ToS: *Type of Service* Indicación de cómo requiere un protocolo de las capas superiores que un protocolo de las capas inferiores trate sus mensajes.

U

UDP (*User Datagram Protocol*) es un protocolo de la capa de transporte no orientado a la conexión, que pertenece a la familia de protocolos de Internet. El UDP es, básicamente, una interfase ente IP y los procesos de las capas superiores.

W

WAN: Red de Área Amplia. Es una red de comunicación de datos que da servicio a usuarios localizados en una amplia área geográfica y, generalmente, utiliza los dispositivos de transmisión que ofrecen las compañías de telecomunicaciones.

Bibliografía y Referencias

Bibliografía

- 1.-Cisco *Voice over Frame Relay, ATM, and IP*, Volume 3, Student Guide
2. - McDYSAN David E. y Darren L. Spohn, *Hands-On ATM*, Series on Computer Communications, McGraw-Hill, 1998, 641 p.
- 3.- FORD Merilee, H. Kim Lew, Steve Spanier y Tim Stevenson *Internetworking Technologies Handbook*, Indianapolis, New Riders Publishing,1997, 717 p.
4. - MINOLI Daniel y Minoli Emma, *Delivering Voice over Frame Relay and ATM*, Ed. Wiley Computer Publishing, 1998.
- 5.- CASTO LECHTALER Antonio Ricardo y Fusario Rubén Jorge, *Teleinformática para ingenieros en Sistemas de Información*, Segunda edición, Barcelona, Volumen 2, 1999.
6. - KEAGY Scott, *Integrating Voice and Data Networks*, Indianapolis, Cisco Press, 2000, 779 p.
- 7.-Business Communications Review, *Designing VOIP Networks: Lessons From The Edge*, Matthew F. Michels, 42-48 p., 2003.
- 8.-Revista Red, Número 2, junio 2002, Edición Especial
- 9.- DAVISON Jonathan, *Fundamentos de Voz sobre IP*, Madrid, Cisco Press, 2000, 347 p.

OTRAS REFERENCIAS

<http://dis.eafit.edu.co/cursos/st059/material/fundamentacion/Introduccion2.pdf>

<http://www.cofetel.com>

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/intsolns/qossol/qosvoip.pdf>

<http://www.cisco.com/cgi-bin/sreg2/register/regdetail.pl>

<http://www.recursosvoip.com/intro/index.php>

<http://cisco.com>

<http://monografias.com>

http://www.cisco.com/warp/public/cc/sol/mkt/ent/multi/msbal_pl.htm

http://www.cisco.com/warp/public/cc/sol/mkt/ent/multi/dvvi/multi_pl.htm

http://www.alcatel.com/press/current/1999/10_12b.htm

<http://www.lucent.com/enterprise/callcenter/>

<http://www ldc.usb.ve/~redes/Temas/Tema09/top11.html#Segmento>

<http://www.avantel.com>

<http://www.telmex.com>

<http://www.alestra.com>

<http://www.voxip.com>