

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**APLICACIÓN DE VOZ SOBRE IP Y QoS EN UNA
RED DE DATOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

BERTHA ROSAURA YANARICO HONOR

**PROMOCIÓN
2000 – II**

**LIMA – PERÚ
2006**

APLICACIÓN DE VOZ SOBRE IP Y QoS EN UNA RED DE DATOS

*A mis padres y hermanas por el apoyo
que me han brindado*

SUMARIO

En este informe se describe la aplicación de la tecnología de Voz sobre IP y QoS sobre una red de datos, esta tecnología se ha convertido en la solución más eficiente y rentable, para cualquier empresa, entidad y/o institución. Se mencionan los conceptos preliminares necesarios a conocer, los protocolos utilizados para dicha tecnología, así como un breve funcionamiento de cada uno de ellos.

Además se da una breve noción de la implementación y funcionamiento de la tecnología de voz sobre IP en una red de datos cualquiera (se toma como referencia una red de datos modelo).

INDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS	
1.1 Consideraciones Preliminares	3
1.2 Jerarquía y/o capas de una red de datos	3
1.3 Enrutamiento	4
CAPÍTULO II	
TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP	
2.1 Conceptos Generales de la tecnología de voz sobre IP	6
2.1.1 Técnicas de compresión de voz	6
2.1.2 Algoritmos de codificación de voz	7
2.1.3 Como trabaja la compresión de voz en una red de datos	13
2.2 Problemas comunes en la utilización de voz sobre IP	15
2.2.1 Retardo / Latencia (Delay/Latency)	15
2.2.2 Jitter	16
2.2.3 Eco	17
2.2.4 Detección de la actividad de voz (Voice Activity Detection – VAD)	17
2.3 Protocolo H.323	18
2.3.1 Elementos H.323	19
2.3.2 Conjunto de Protocolos H.323 (protocol stack)	22
2.3.3 Flujo de llamada H.323	25

CAPÍTULO III**CALIDAD DE SERVICIO (QUALITY of SERVICES –QoS) EN VOZ SOBRE IP**

3.1	Análisis de los protocolos de QoS de voz sobre IP	31
3.1.1	Protocolo de Reservación de Recurso (Resource Reservation Protocol)	32
3.1.2	Diferenciación de Servicio (Differentiated Services)	33
3.1.3	Protocolo en Tiempo Real (Real-Time Protocol)	35
3.1.4	Técnicas de Encolamiento (Queuing)	37
3.2	Protocolos de Transporte	37
3.3	Señalización, Direccionamiento y Enrutamiento de VOIP	39
3.3.1	Señalización	39
3.3.2	Direccionamiento	42
3.3.3	Enrutamiento	42

CAPÍTULO IV**APLICACIÓN DE VOZ SOBRE IP Y QoS EN UNA RED DE DATOS**

4.1	Gateways (routers), dispositivos terminales y conexiones	43
4.2	Plan de numeración	44
4.3	Plan de enrutamiento	46
4.4	Escenarios de Voz sobre IP en una red de datos	48
4.5	Ejemplo práctico de implementación	52
4.6	Consideraciones de dimensionamiento de ancho de banda	54

CAPITULO V

VENTAJAS DE LA VOZ SOBRE IP	55
------------------------------------	-----------

CONCLUSIONES	56
---------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA	58
---------------------	-----------

PRÓLOGO

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las diferentes empresas tenían en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos para el transporte de tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora de la eficiencia y reducción de costos de las tecnologías de compresión de voz, lo que ha provocado finalmente su implantación. Después de haber verificado experimentalmente que desde una PC con elementos multimedia, es posible realiza llamadas telefónicas a través de Internet, podemos pensar que la telefonía IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que obtenemos a través de Internet es pobre. No obstante si en nuestra empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda suficientemente amplio, también podemos pensar en el uso de esta red para el tráfico de voz entre las distintas sucursales de la empresa. Las ventajas que obtendremos al utilizar nuestra red para transmitir tanto la voz como los datos, entre ellos: Ahorro de costos de comunicaciones pues las llamadas entre las distintas sucursales saldrían gratis e integración de servicios y unificación de estructura.

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de las redes de datos, en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes toma el tráfico de la red pública telefónica y lo coloca en redes IP. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse a través como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay o ATM.

En el presente informe se explica esta tecnología, la voz sobre IP y además QoS en la red de datos.

En el primer capítulo se desarrolla una breve introducción de la estructura de cualquier red de datos. Se analiza las capas de una red de datos y conceptos necesarios.

En el segundo capítulo se inicia con el análisis de la tecnología de voz sobre IP y se detallan sus conceptos principales.

En el tercer capítulo se especifica los protocolos utilizados en calidad de servicio (QoS) de voz sobre IP, explicando el funcionamiento de cada uno de ellos.

Finalmente en el capítulo cuarto se explica la implementación de la voz sobre IP y su QoS sobre una red de datos, dando una breve explicación de los pasos de ésta implementación.

CAPÍTULO I

ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS

En este capítulo se detallará la estructura de una red de datos cualesquiera, correspondiente ya sea a una determinada empresa que aplicara esta solución de voz sobre IP en su red y se definirán conceptos aplicables a las Redes de Datos en general.

1.1 Consideraciones Preliminares

En la Red de Datos ya establecida se emplea como protocolo de comunicación el TCP/IP debido a su universalidad en LANs, intranets y el internet.

La red de datos implementada por la propia empresa, suele constar de varias redes LAN (ethernet conmutadas, etc) que se interconectan mediante redes WAN ya sea de tipo ATM. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso el transporte de voz.

También se toma como modelo una corporación que alquila circuitos o líneas dedicadas a un Carrier para poder interconectar sus sedes.

Además, supondremos que el Carrier provee un Backbone ATM que se extiende por toda la provincia de Lima.

El escenario planteado es punto-multipunto, es decir, se tendrá una sede como punto central y las demás sedes se conectarán a él a través de los circuitos alquilados. De esta manera, todo tráfico entre sedes pasará siempre por la sede principal.

1.2 Jerarquía y/o capas de una Red de Datos

La jerarquía de una Red de Datos no sólo hace que los varios elementos del enrutamiento, calidad de servicio y la conmutación de paquetes sea escalable, sino que presenta la oportunidad para la segmentación operacional de la red, resolución de problemas más sencilla, configuración de equipos de red menos complicada y una base lógica para la contabilidad de paquetes (análisis de tráfico).

Por lo tanto, la red de datos debe seguir un modelo jerárquico o en capas. Las capas definidas en este modelo se muestran en la Figura 1.1.

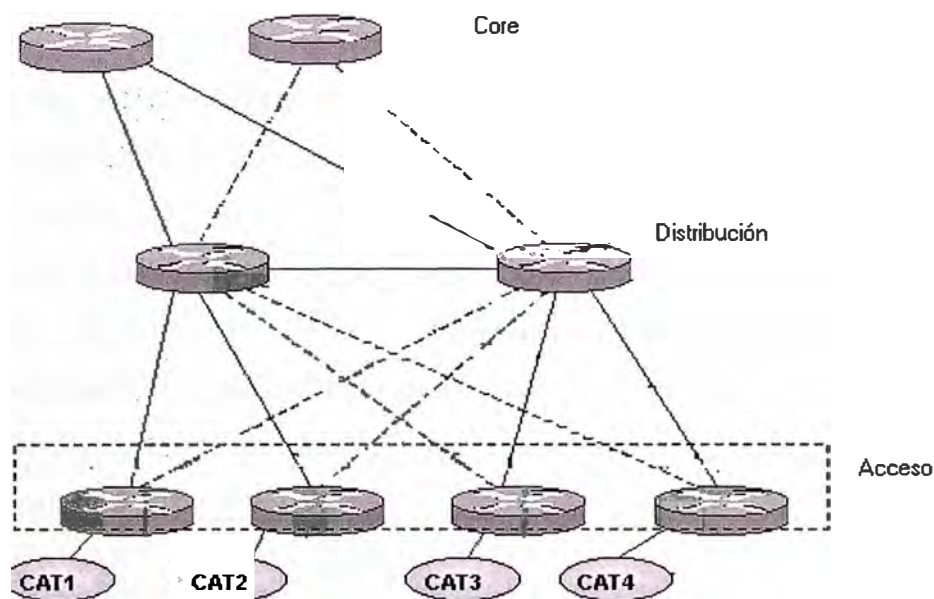


Figura 1.1: Jerarquía de una red de datos

Como se mencionó anteriormente, cada capa tiene una función específica, las cuales se mencionan en forma general:

El core desplaza el tráfico a grandes velocidades; la principal misión de un dispositivo del core es conmutar paquetes y llevar la información total del enrutamiento.

La capa de distribución acumula el tráfico y resume la información de enrutamiento.

La capa de acceso permite el ingreso de tráfico en la red, realiza funciones de control de acceso a la red y provee otros servicios de red.

1.3 Enrutamiento

El enrutamiento es el proceso de enviar datos desde un computador en la red hacia otro computador, en otra parte de la red, atravesando un conjunto de routers. El camino que un router utiliza para enviar un paquete está definido en su tabla de enrutamiento. Una tabla de enrutamiento contiene una asociación entre las redes a las que el router se puede comunicar y la dirección IP del siguiente salto por donde el tráfico alcanzará esas redes. Cada una de estas entradas puede ser aprendida de 3 modos diferentes:

- Enrutamiento estático
- Enrutamiento por defecto
- Enrutamiento dinámico

El enrutamiento estático requiere que las tablas de enrutamiento sean construidas y actualizadas manualmente. Si un cambio en la red ocurre, los routers no conocen este cambio automáticamente. En cambio, el administrador de red deberá actualizar las tablas de enrutamiento siempre que un cambio en la topología de la red ocurra.

El enrutamiento dinámico es el método preferido en redes de gran tamaño debido a que administrar una tabla de enrutamiento estático de gran tamaño se convierte en un trabajo tedioso o casi imposible. Para habilitar el enrutamiento dinámico sólo una configuración mínima es requerida.

El enrutamiento estático es preferido sobre el enrutamiento dinámico en ciertas circunstancias. Como en cualquier proceso, mientras más automático, menos control sobre él. Aún cuando el enrutamiento dinámico automático requiere mucho menos intervención humana, el enrutamiento estático permite más control preciso sobre el comportamiento del enrutamiento sobre una red. El precio a ser pagado por esta precisión es la necesidad de re-configuración manual cada vez que la topología de la red cambia (por crecimiento, modificación o desastre).

Por otro lado el costo de la automatización es pagado en ancho de banda y quizás espacio de cola, memoria y tiempo de procesamiento.

Como una red de datos tenderá a crecer geográficamente y a nivel de usuarios, nuevos routers serán incrementados y se tornará complejo un esquema de enrutamiento estático. Por lo tanto, lo más recomendable es elegir un protocolo de enrutamiento dinámico como la solución más escalable. Entre los protocolos de enrutamiento dinámico podemos elegir EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, protocolo propietario de Cisco) u OSPF (Open Shortest Path First).

CAPÍTULO II

TECNOLOGÍA DE VOZ SOBRE IP

En este capítulo se detallarán los conceptos básicos necesarios para un buen entendimiento del funcionamiento de la tecnología de voz sobre IP. Asimismo, se presentarán los principales modelos y soluciones de voz sobre IP.

2.1 Conceptos Generales de la Tecnología Voz sobre IP

Para realizar un adecuado diseño de Voz sobre IP, es importante conocer a fondo el funcionamiento y conceptos de cada parte de la tecnología. Por esto, a continuación se detallan los conceptos y problemas fundamentales de la Voz sobre IP.

2.1.1 Técnicas de compresión de voz

Dos variantes básicas del PCM de 64 Kbps se usan comúnmente: ley μ y ley A. Los métodos son similares en que ellos usan compresión logarítmica para tener calidad de PCM lineal de 12 o 13 bits con 8 bits, pero son diferentes en detalles de compresión relativamente menores (ley μ tiene una ligera ventaja en bajo nivel, performance señal a ruido).

Otro método de compresión usado frecuentemente es el ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation). Una instancia comúnmente usada de ADPCM es el ITU-T G.726, que codifica usando muestras de 4 bits dando una tasa de transmisión de 32 Kbps. En contraste con PCM los 4 bits no codifican directamente la amplitud de la señal sino las diferencias en amplitud así como la razón de cambio, empleando algunos métodos de predicción lineal rudimentarias.

PCM y ADPCM son ejemplos de codificación de formas de onda – técnicas de compresión que explotan características redundantes de la forma de onda misma. Se han desarrollado nuevas técnicas de compresión en los últimos 10 o 15 años que explotan el conocimiento de las características fuente de la generación de voz. Estas técnicas emplean procedimientos de procesamiento de señales que comprimen la voz enviando sólo información paramétrica simplificada acerca de la excitación de voz original requiriendo menos ancho de banda para transmitir esta información.

Estas técnicas pueden ser agrupadas generalmente como codecs e incluyen variaciones tales como LPC (Linear Predictive Coding), CELP (Codec Excited Linear Predictive Compression) y MP-MLQ (Multipulse, Multilevel Quantization).

2.1.2 Algoritmos de Codificación de Voz (codecs)

La función de codificación consiste en transmitir una señal digitalizada en una manera más eficiente sobre el medio y la función de decodificación es el proceso de restaurar la señal codificada a la forma original de la señal.

Los algoritmos de codificación pueden ser categorizados de la siguiente forma:

- Codecs de forma de onda (Waveform codecs)
- Codecs de fuente (source codecs)
- Codecs híbridos (hybrid codecs)

En las siguientes secciones se detallan cada uno de estos tipos de codec.

- **Waveform codecs**

Los waveform codecs reconstruyen una señal de entrada sin modelar el proceso que generó esta señal de entrada. La señal de salida refleja la forma de la señal de entrada sin considerar si la entrada es voz, música o un ruido aleatorio. Uno de los beneficios de esto es que pocas suposiciones son hechas acerca del tipo de entrada, de tal forma que el codec puede replicar sonidos de distintos orígenes. La desventaja de este codec es que no está optimizado para codificación de bajo bit rate para tipos de señal específicos como la voz.

El PCM (Pulse Code Modulation), especificado en la recomendación ITU-T G.711, es un waveform codec. En este codec, la señal de voz analógica es filtrada para remover los componentes de alta y baja frecuencia, y luego es muestreada a una razón de 8000 veces por segundo. Los valores muestreados son cuantificados a uno de los 256 valores que nos permite utilizar la representación de 8 bits. El bit rate resultante del codec G.711 es 64 kbps, el cual determina el tamaño de un DS-0.

El codec AD-PCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), especificado en la recomendación ITU-T G.726 es un waveform codec más avanzado. En lugar de transmitir los valores actuales PCM de la señal, AD-PCM transmite sólo una señal de error que es la diferencia entre la entrada actual y una entrada estimada. Si la entrada estimada tiene un valor bastante cercano a la entrada actual, la señal de error debería tener una magnitud menor que la entrada original. Es de esta manera que AD-PCM provee una buena calidad de voz a sub - PCM bit rates.

Tanto el PCM como el AD-PCM operan en el dominio del tiempo. Entre los codecs que operan en el dominio de la frecuencia se pueden mencionar al Sub-Band Coding (SBC) y el Adaptive Transform Coding (ATC). Estas técnicas pueden lograr una buena calidad de voz en bit rates similares al codec AD-PCM.

- **Source codecs**

Los source codecs son diseñados en base una filosofía fundamentalmente diferente de los waveform codecs. Los source codecs son diseñados para tipos de entrada específicos (por ejemplo, la voz humana) y hace uso de esto para modelar la señal fuente. Los source codecs diseñados para la voz intentan replicar el proceso físico de la generación del sonido. Los source codecs diseñados para la voz emulan la función de la señal de excitación y el filtrado realizado por la cavidad bucal. Las muestras de audio que ingresan al codificador son agrupados en frames y estos frames, a su vez, son analizados para determinar el tipo de señal de excitación y la forma del filtro. El tipo de señal de excitación es siempre codificada en un solo bit.

Un concepto importante introducido en esta sección es el agrupamiento de muestras en frames para análisis y codificación.

Los source codecs transmiten señales de bajos bit rates pero tienen un potencial limitado para la calidad de la voz. Este tipo de codecs han sido utilizados mayormente en aplicaciones militares para poder realizar comunicaciones seguras.

- **Hybrid Codecs**

Los hybrid codecs proporcionan una mayor calidad de voz que los source codecs con menores bits rates que los waveform codecs. Para lograrlo, los hybrid codecs utilizan una combinación de ambos (source y waveform codecs). Estos algoritmos son normalmente complejos.

La mayoría de los hybrid codecs trabajan en el dominio del tiempo usando técnicas LPAS (linear prediction analysis-by-synthesis). Al igual que en los source codecs, LPAS codecs modelan una señal de excitación y un filtro. El filtro es similar al modelado en los source codecs pero la codificación de la señal de excitación es más sofisticada. Existen 3 estrategias principales para la codificación de la señal de excitación:

- Multi-Pulse Excitation (MPE)
- Regular Pulse Excitation (RPE)
- Code-Excited Linear Prediction (CELP)

Cada una de estas técnicas genera la señal de excitación de diferentes maneras pero todas ellas procesan una variedad de señales de excitación a través del filtro para ver cuál excitación produce la mejor copia de la forma de onda original. Una vez que la mejor copia se ha obtenido el codec transmite las variables del filtro y la información de la señal de excitación. La representación de la señal de excitación es diferente entre los codecs MPE, RPE y CELP.

***Multi-Pulse Excitation**

El modelo MPE codifica la señal de excitación como una serie de pulsos no-zero que pueden variar en posición a través del tiempo y en amplitud. Usualmente, la señal de excitación es determinada por sub-frames en lugar de todo el frame completo.

El algoritmo del codec determina el número de pulsos que pueden flotar dentro de cada subframe, el cual es normalmente 5ms.

El sub-frame es siempre dividido en intervalos de tiempo más pequeños y un solo pulso puede ser ubicado dentro de cada uno de estos intervalos. El último intervalo de tiempo en un subframe es siempre más largo que los otros intervalos. En este escenario, el codec calcula, separadamente, la posición óptima y la amplitud de cada pulso. Típicamente existen entre 4 y 6 pulsos dentro de un subframe de 5ms.

La recomendación G.723.1 de la ITU-T opera a 2 diferentes bit rates: 5.3 kbps y 6.3 kbps. El codec de 6.3 kbps utiliza una versión del algoritmo MPE denominado MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization).

*** Regular Pulse Excitation**

Al igual que MPE, RPE representa la señal de excitación como una serie de pulsos. En lugar de especificar la posición y amplitud de cada pulso, sólo la amplitud de cada pulso es especificada. Una pequeña cantidad de información codifica el offset del primer pulso dentro del subframe y los pulsos restantes le siguen en intervalos de tiempo fijos. Comparado con MPE, RPE reduce el número de bits requeridos para representar un número de pulsos dado. Un codec RPE típico puede usar de 10 a 12 pulsos por subframe

*** Code-Excited Linear Prediction (CELP)**

Los codecs MPE y RPE transmiten la información de cada pulso como piezas de información separadas. CELP utiliza un método diferente de codificación de los pulsos. Un libro de código (code book) identifica las diferentes combinaciones de amplitudes y posiciones de los pulsos, y cada una de estas combinaciones es representada por un índice dentro del code book. Tanto el codificador como el decodificador utilizan el mismo code book. Para cada subframe, el codificador CELP transmite el identificador del índice en el code book correspondiente a la señal de excitación que produce la mejor representación de la señal de entrada original. El decodificador utiliza el índice para identificar la señal de excitación desde su propia copia del code book. La figura 2.1 ilustra este método de codificación.

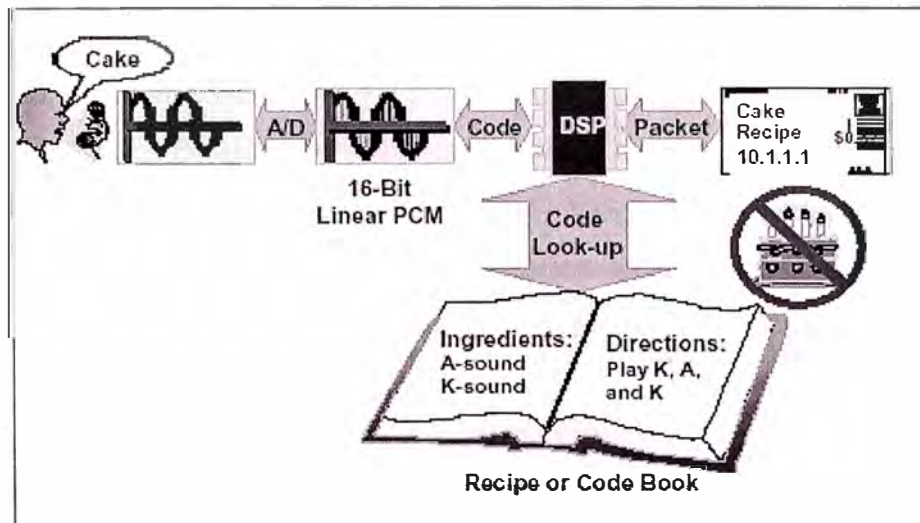


Figura 2.1: CELP representa la excitación como un Code Book index

Muchos codecs pertenecen al tipo CELP, incluyendo las recomendaciones ITU-T G.728 Low-Delay CELP (LD-CELP) a 16 kbps y la G.729 Conjugate-Structure ACELP (CS-ACELP) a 8 kbps.

- **Mean Opinion Score (MOS)**

Se puede probar la calidad de voz en dos formas: subjetivamente y objetivamente. Los seres humanos ejecutan prueba de calidad en forma subjetiva, mientras que las computadoras hacen la prueba de calidad de voz en forma objetiva.

Los codecs son desarrollados y sintonizados basados en mediciones subjetivas de calidad de voz. Las mediciones estándares de calidad, tales como la distorsión armónica total, relación señal a ruido, no correlaciona bien con la calidad de voz percibida por el oído humano, el cual es en el fondo la meta de las técnicas de compresión de voz.

Una referencia subjetiva común para cuantificar la performance de los codecs de voz es el MOS (Mean Opinion Score). Es el resultado de una prueba de clasificación categórica absoluta (ACR – Absolute Category Ranking). Las pruebas de MOS se hacen a un grupo de individuos receptores. Debido a que la calidad de voz y sonido, en general, es subjetiva para los oyentes, es importante tener un amplio rango de oyentes y material de muestra cuando se hace una prueba de MOS. Los oyentes califican la muestra en un rango de 1 (mala) a 5 (excelente). Los resultados son promediados para obtener el valor del MOS.

Las pruebas de MOS también se usan para comparar como trabaja un codec particular bajo circunstancias variables, incluyendo diferentes niveles de ruido de fondo, múltiples codificaciones y decodificaciones.

El MOS es un valor subjetivo, no indica una calidad en términos absolutos, depende de la implementación.

En la tabla se tienen valores de MOS para varios codecs ITU-T. Esta tabla muestra la relación entre varios codificadores de baja tasa de bits y el estándar PCM.

Método de compresión	Bit rate (Kbps)	Tamaño de la muestra (ms)	MOS	Retardo CODEC (ms)	Uso de CPU
G.711 PCM	64	0.125	4.1	0.75	-
G.726 ADPCM	32	0.125	3.85	1	Bajo
G.728 LD-CELP	15	0.625	3.61	3 a 5	muy alto
G.729 CS-ACELP	8	10	3.92	15	alto
G.729a CS-ACELP	8	10	3.7	15	alto
G.723.1 MP-MLQ	6.3	30	3.9	37.5	moderado
G.723.1 ACELP	5.3	30	3.65	37.5	moderado

Tabla 2.1: MOS versus Bit Rates y Compresión delays

- **Estándares de codificación de voz – CODECS**

El ITU-T estandariza los esquemas de codificación CELP, MP-MLQ PCM y ADPCM en las recomendaciones serie G. Los estándares de codificación de voz más populares para telefonía y voz paquetizada son:

- G.711

Describe la técnica de codificación de voz PCM de 64 Kbps. La voz codificada con G.711 está en el formato correcto para envío de voz digital en la red telefónica pública o a través de centrales telefónicas – PBXs (Private Branch eXchanges).

- G.726

Describe codificación ADPCM a 40, 32, 24 y 16 Kbps; también se puede intercambiar voz codificada en ADPCM con la red pública o redes de PBX.

- G.728

Describe una variación de la técnica de compresión CELP de bajo retardo a una tasa de bits de 16 Kbps.

- G.729

Es el estándar más utilizado en las redes de voz paquetizada. Provee buena calidad de voz como el ADPCM de 32 Kbps. Usa el algoritmo CS-ACELP (Conjugated Structure-Algebraic Code Excited Linear Prediction). Toma 80 muestras de PCM lineal de 16 bits (10ms). Las codifica en 10 bytes. Agrega 5 ms de “look – ahead”, lo cual da un retardo total de $10+5 = 15$ ms. Genera un paquete de 20 bytes cada 20 ms (50 pps). Lo que da una tasa de 8 Kbps (codec bit rate). A esto hay que agregarle el encabezado del protocolo de transporte.

G.723.1

Describe una técnica de compresión que se puede usar para comprimir voz u otra señal de audio componente de un servicio multimedia a una baja tasa de bits, como parte de la familia H.324.

Se tienen dos variantes para este codec:

a) MP-MLQ. Multipulse, Multilevel Quantization

6.3 Kbps payload de 24 bytes, provee mayor calidad de voz.

b) ACELP: Algebraic Code Excited Linear Prediction

5.3 kbps payload de 20 bytes, provee buena calidad de voz y toma 240 muestras de PCM lineal de 16 bit 8 Khz. (30ms). Agrega un “look ahead” de 7.5 ms, retardo total: $30+7.5 = 37.5$ ms. Genera una trama de 24/20 bytes de cada 30 ms (33.33 pps). Pasa el DTMF mejor que el G.729.

2.1.3 Como trabaja la compresión de voz en una red de datos

El flujo de un circuito comprimido de la voz se demuestra en la figura 2.2. La señal análoga del teléfono es convertida a digital en señales de la modulación de código de pulso (PCM) por el coder / decoder de la voz (codec). Las muestras del PCM entonces se pasan

al algoritmo de la compresión que comprime la voz en un formato del paquete para la transmisión a través del WAN. En el lado lejano de la nube exactamente las mismas funciones se realizan en orden reversa. El flujo entero es:

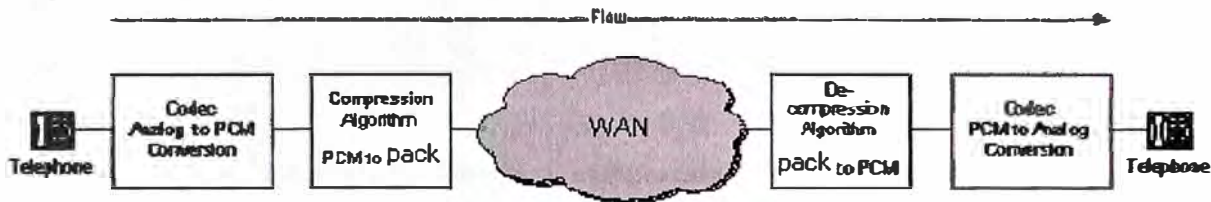


Figura 2.2: Flujo de circuito comprimido de voz

Dependiendo de cómo se configura la red, el router/gateway puede realizar las funciones del codec y de la compresión o solamente una de ellos. Por ejemplo, si se utiliza un sistema análogo de la voz, entonces el router/gateway realiza la función del CODEC y la función de la compresión según lo demostrado en la figura 2.3

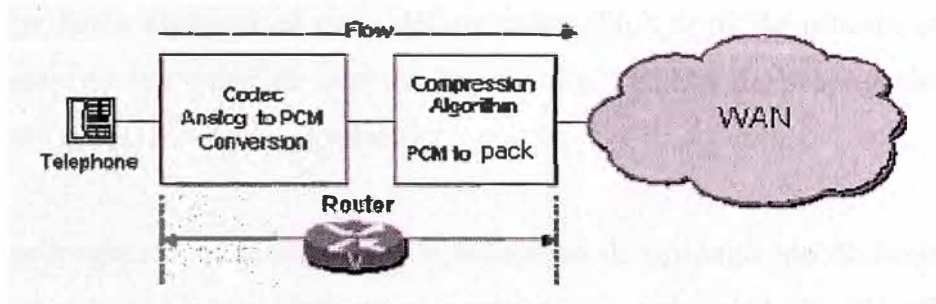


Figura 2.3: Flujo de función de codificación en el router / gateway

Si en lugar de otro, se utiliza un PBX digital, la PBX realiza la función del codec, y el router solamente procesa las muestras del PCM pasadas a el por la PBX. Este flujo se demuestra en la figura 2.4.

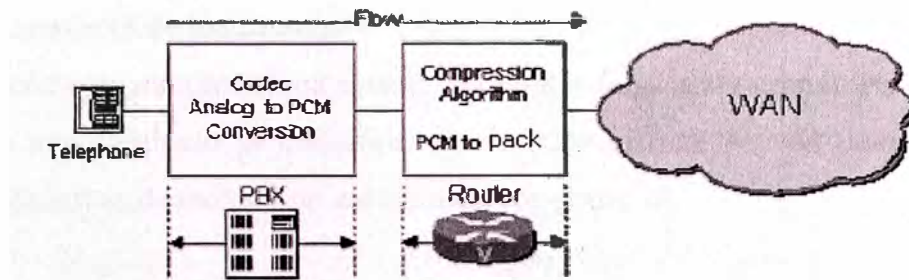


Figura 2.4: Flujo de función de codificación en el router / gateway y la PBX

2.2 Problemas comunes en la utilización de VoIP

La voz sobre IP, al igual que cualquier otra aplicación que transporte la voz, presenta ciertos problemas, inherentes o no, que provocan la degradación de la calidad de la comunicación. En esta sección se presentarán los distintos tipos de problemas más comunes que podemos encontrar en cualquier comunicación de voz.

2.2.1 Retardo / Latencia (Delay /Latency)

El delay se define como la cantidad de tiempo que toma la voz desde que sale de la boca del transmisor hasta alcanzar el oído del receptor. Tres tipos de retardo se presenta en forma inherente en las redes de voz de hoy en día: retardo de propagación, retardo de encolamiento y el retardo de manipulación.

El delay de propagación es causado por la velocidad de propagación de la luz en redes de fibra óptica o cobre. La luz viaja en el vacío a una velocidad de 186 000 millas por segundo y los electrones viajan a través del cobre ó fibra óptica a aproximadamente 125 000 millas por segundo. Esto introduce cierta degradación en la comunicación de voz dependiendo de la distancia entre los terminales y el medio de propagación.

El retardo de manipulación es causado por los dispositivos que transportan la voz a través de la red, esto debido a los diferentes procesos a los que es sometida la voz como por ejemplo la compresión, packet switching, etc. El delay de manipulación puede impactar redes telefónicas convencionales pero estos retardos son un mayor problema en redes de conmutación de paquetes.

El retardo de encolamiento es el retardo que involucra poner la información de voz sobre IP sobre las interfaces de los routers.

Cuando se tiene congestión en una interfaz de router (algo muy común en redes de datos) el retardo de encolamiento se convierte en un tema crítico, el cual puede ser superado gracias a las políticas de calidad de servicio de voz sobre IP.

La recomendación G.114 de la ITU-T especifica que para obtener una comunicación de voz de buena calidad no se debe exceder de 150 ms de retardo en un sentido y extremo a extremo de la comunicación, como se grafica en la figura 2.5. A pesar de esto, algunos retardos son mayores debido a que no existe otra alternativa para la comunicación de voz, como es el caso de la comunicación vía satélite. En ésta, la transmisión tarda 250 ms para alcanzar el satélite y otros 250 ms para retornar a la Tierra. Esto resulta un total de 500 ms.

A pesar de esto, muchas de las comunicaciones de voz de hoy en día ocurren sobre enlaces satelitales.

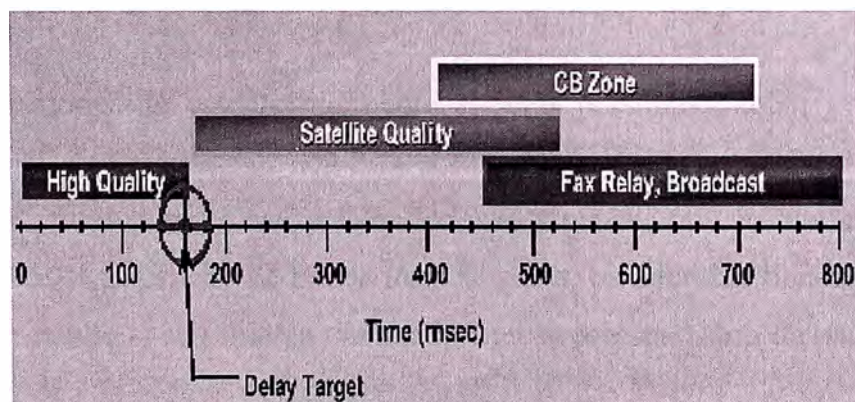


Figura 2.5: Umbral permitido para el delay

2.2.2 Variación (Jitter)

El jitter es la variación del retardo de la comunicación de voz. Estas variaciones pueden ocurrir debido a que los paquetes de voz se pueden retardar en su paso a través de la red de datos y, en consecuencia, no llegan a su destino en intervalos regulares de tiempo. La diferencia entre cuándo es esperado un paquete de voz y cuándo realmente llega es el jitter.

Entre los métodos para eliminar este problema, muchos fabricantes de equipos de telecomunicaciones generan los denominados jitter buffers, que son espacios de memoria donde se encolan los paquetes de voz para ser transmitidos en un intervalo de tiempo regular. Esto, por supuesto, implica adicionar un retardo a la comunicación que debe ser estimado para no degradarla.

2.2.3 Eco

El eco es un fenómeno que consiste en escuchar un sonido, después de un instante de tiempo, en el lugar donde se originó dicho sonido.

Este problema es, normalmente, generado por una desadaptación de impedancias en el lado remoto de donde se percibe.

Para eliminar este problema, las empresas de telefonía utilizan comúnmente supresores o canceladores de eco.

2.2.4 Detección de la actividad de voz (Voice Activity Detection – VAD)

En conversaciones de voz normalmente algunas personas hablan y otras escuchan. Las redes de comunicación de voz son bidireccionales y tienen un ancho de banda sin importar quien de los interlocutores está hablando. Esto significa que en una conversación normal, al menos el 50% del ancho de banda total se gasta. La cantidad de ancho de banda gastado puede ser más alto si se toma en cuenta un muestreo estadístico de pausas e interrupciones en el patrón de voz normal de una persona.

Cuando se usa voz sobre IP, se puede utilizar este ancho de banda “gastado” para otros propósitos cuando se habilita la detección de actividad de voz (VAD – Voice Activity Detection). VAD trabaja detectando la magnitud de la señal de voz en decibelios (dB) y decide cuando cortar la transmisión de la voz. Típicamente, cuando el VAD detecta una caída en la amplitud de la señal de voz, espera una cantidad de tiempo fijo antes de detener la colocación de tramas de voz en los paquetes a ser transmitidos. Esta cantidad de tiempo se conoce como “*hangover*” y su valor típico es de 200 ms, tal como se muestra en la figura 2.6

Otros problemas inherentes del VAD es detectar cuando empieza la voz. Típicamente el inicio de una palabra es cortada. Este fenómeno es conocido como “*front-end speech clipping*”. Usualmente, la persona que escucha esta conversación no nota el fenómeno de “*front-end speech clipping*”.

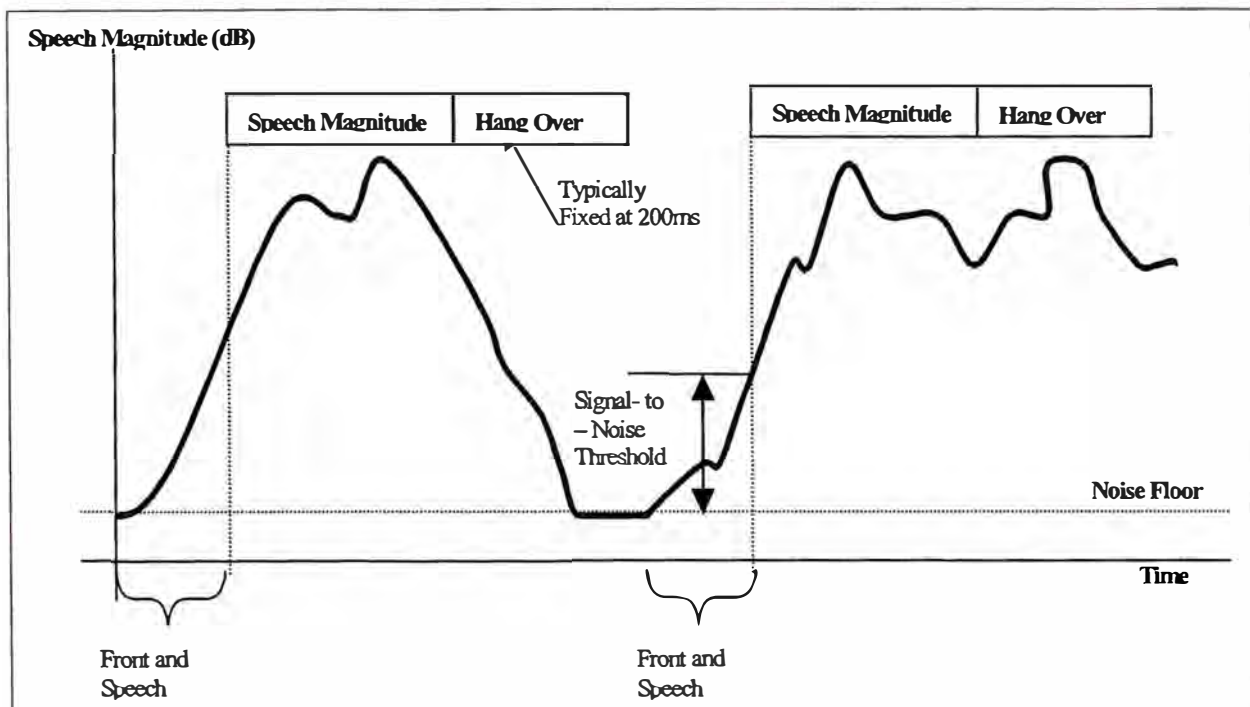


Figura 2.6: Etapas que se presentan en el VAD

2.3 PROTOCOLO H.323

El estándar H323, es la tecnología base para la transmisión en tiempo real de comunicaciones de audio, video y datos sobre redes basadas en paquetes. La recomendación H.323 de la ITU-T puede ser usado para transmitir solo audio; audio y video; audio, video y datos. Por estos motivos, nuestra aplicación de Voz sobre IP en la red de Datos utilizará este protocolo para realizar las llamadas.

El sistema H.323, para un mejor entendimiento, será dividido en 3 secciones:

- Elementos H.323
- H.323 protocol stack
- Flujo de las llamadas H.323

2.3.1 Elementos H.323

En la figura 2.7 se muestra un sistema H.323 con todos sus elementos.

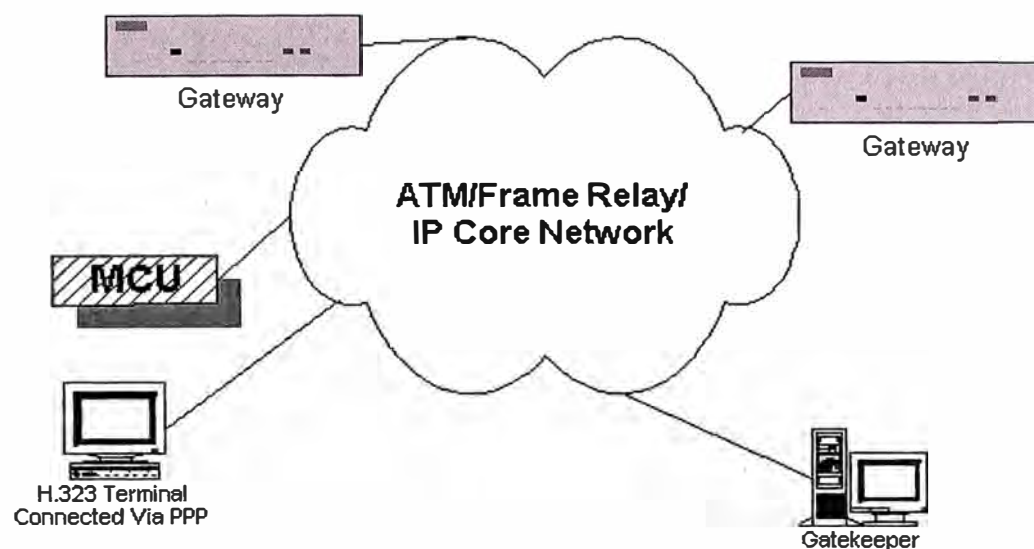


Figura 2.7: Elementos del H.323

Ahora se detallan cada uno de los elementos del estándar H.323.

- **Terminal H.323**

Son los puntos terminales de una comunicación H.323 y proporcionan al usuario la posibilidad de realizar conferencias de audio, y opcionalmente, video y datos. La figura 2.8 define un terminal H.323

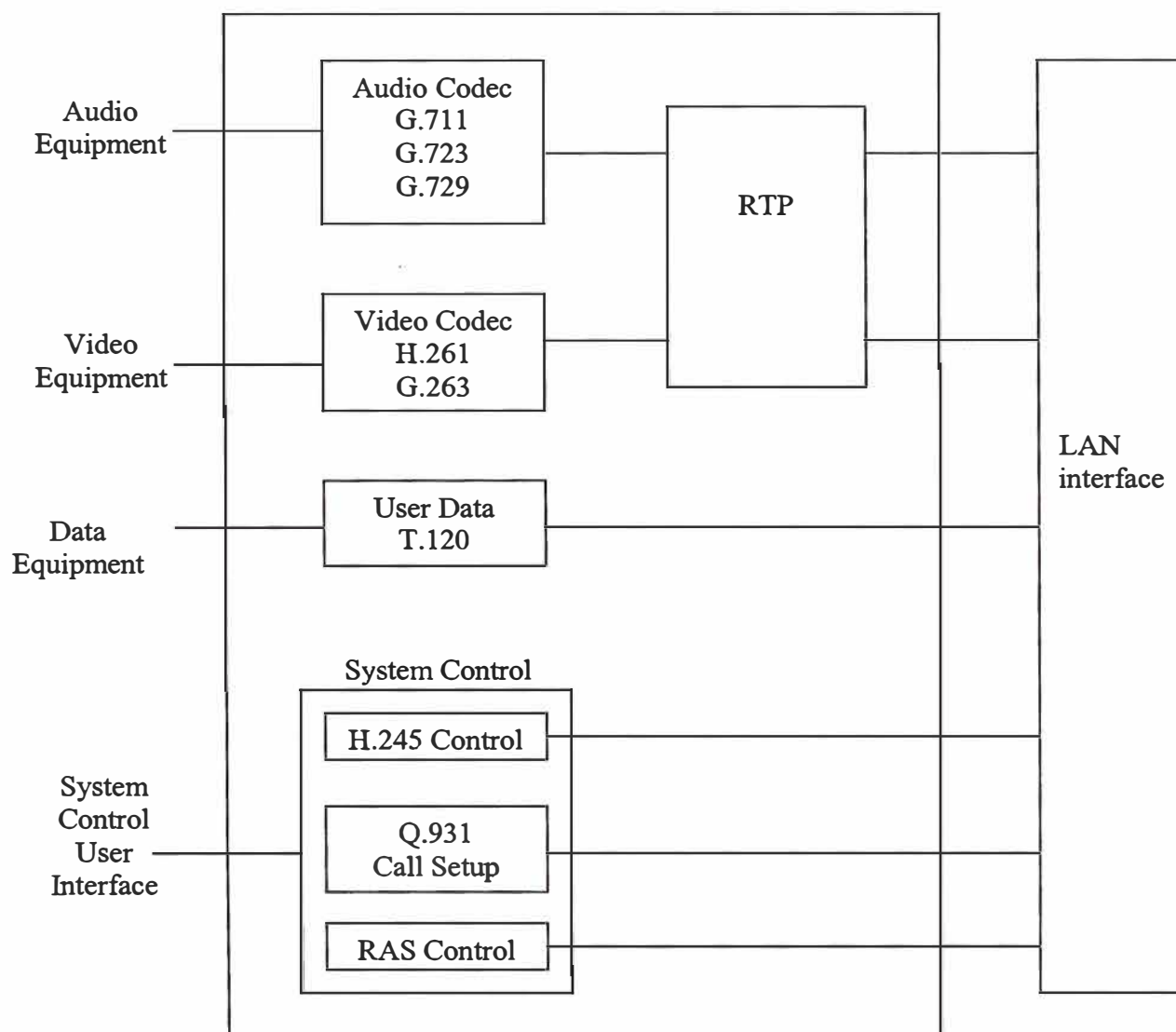


Figura 2.8: Terminal H.323

Las siguientes funciones y capacidades se encuentran en un terminal H.323:

- System Control Unit, provee control de llamadas H.225 y H.245, intercambio de capacidades, messaging y señalización de comandos para una adecuada operación del terminal.
- Media Transmission, se encarga de transmitir el audio, video, data, control streams y mensajes en la interfaz de red. También se encarga de la recepción de esta información.
- Audio Codec, codifica la señal proveniente del equipo de audio para transmitirla y decodifica el código de audio que ingresa. Entre las funciones requeridas se tiene codificación y decodificación G.711 y transmisión y recepción de los formatos ley-A y ley-mu. Opcionalmente, pueden ser soportados G.722, G.723.1, G.728 y G.729.

- Network Interface, interfaz de transmisión y recepción de paquetes capaz de brindar servicios de comunicación TCP y UDP.
- Video Codec, opcional, pero si se encuentra presente debe poder soportar H.261.
- Data Channel, soporta aplicaciones como acceso a bases de datos, transferencia de archivos, etc., tal y como está especificado en la recomendación T.120.

Para nuestra aplicación de voz sobre IP sobre una red de datos dichos terminales serán los teléfonos analógicos, los cuales se conectarán a una tarjeta digitalizadora y que realizará las funciones de un terminal H.323.

- **Gateway H.323**

El gateway H.323 provee de una comunicación bidireccional en tiempo real entre terminales H.323 de la red de paquetes. Se encarga de transformar formatos de audio, video y data así como sistemas de comunicación y protocolos; es decir, sirve como una interfaz entre 2 sistemas diferentes para que puedan comunicarse entre ellos.

También realiza el establecimiento y finalización de las llamadas entre las redes que se interconectan. En general, el propósito de un gateway es completar la llamada entre los extremos finales de las redes de paquetes y circuitos de manera transparente y en ambas direcciones, en este caso en nuestra red de Datos.

- **Gatekeeper**

Elemento opcional que proporciona servicios de control de llamada y administración de recursos de la red. Los gatekeepers están lógicamente separados de los demás elementos H.323, además no puede ser destinatario final de una llamada. De estar presente, un gatekeeper debe realizar lo siguiente:

- Traducción de direcciones, provee a los terminales de alias H.323 o direcciones E.164, por ejemplo, números telefónicos internacionales y direcciones de red.

- Control de acceso y admisión de los extremos finales, proporciona acceso autorizado a la red H.323 utilizando los mensajes de solicitud, admisión y estado (RAS) definidos en H.225.0
- Control de Ancho de Banda, que consiste en administrar los anchos de banda utilizados por los terminales, con la finalidad de permitir un número de llamadas H.323 simultáneas.
- Capacidad de encaminamiento, de todas las llamadas que se inician o termina en su zona. Tiene las ventajas de estadística para propósito de facturación y seguridad, reenvío de llamada y correo de voz

- **Unidad de Control Multipunto -MCU**

La unidad de control multipunto, provee de la capacidad de que tres o mas terminales, incluyendo gateways, puedan participar en una conferencia multipunto. También puede conectar a dos terminales en una comunicación punto a punto de la que posteriormente se convertirá en multipunto. El MCU está compuesto de dos partes : El controlador Multipunto (MC) y el Procesador Multipunto (MP). La participación del MC es obligatoria y facilita la negociación entre las terminales. El MP es opcional y permite la mezcla, la conmutación de los flujos de medio bajo el control del MC.

2.3.2 Conjunto de Protocolos H.323 (protocol stack)

El estándar H.323 está basado en varios protocolos y define varios aspectos tales como control y señalización de la llamada, control y transporte multimedia y control de ancho de banda.

La figura 2.9 muestra los componentes y protocolos del estándar H.323.

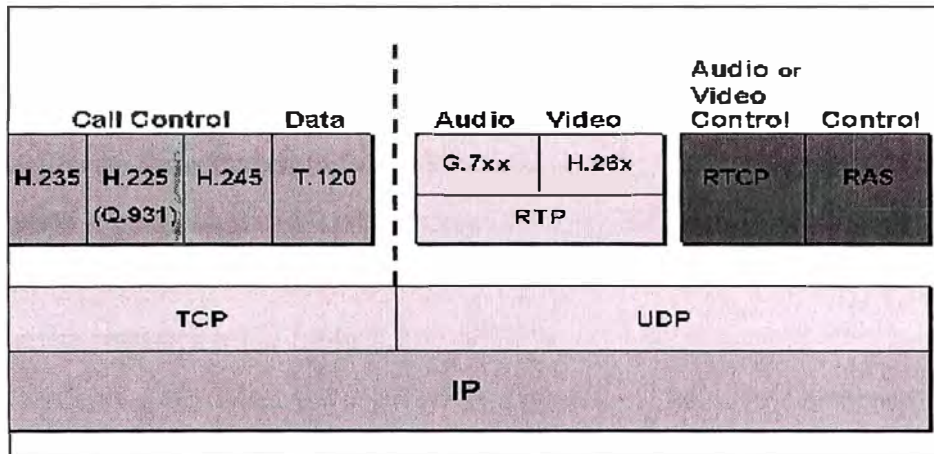


Figura 2.9: Capas del H.323 protocol stack

Estos son definidos como sigue:

- **IP** : protocolo de direccionamiento utilizado para el enrutamiento de paquetes a través de internet o una Intranet.
- **TCP** : protocolo orientado a la conexión responsable de asegurar que el mensaje es dividido en paquetes IP, y cuando estos son reensamblados los paquetes completan el mensaje en el punto final. Es considerado como un confiable servicio de transporte.
- **UDP** : protocolo no orientado a la conexión usado para enviar la data de un computador a otro. No provee garantía de envío, pero ofrece el mejor esfuerzo de servicio de transporte.
- **H.225** : Provee la estructura de la llamada y control con la señalización necesaria para establecer una conexión entre dos H.323 puntos finales.

El ITU Q.931 provee una forma de establecer, mantener y terminar conexiones de redes. Q.931 usa 22 mensajes y 29 en el caso de Q.932.

H.225 adopta un subconjunto de mensajes y parámetros.

Los mensajes obligatorios son:

Alerting, Call Processing, Connect, Setup, Release, Complete, Status, Status Inquiry y Facility.

- **H.245 Control de Señalización:** Usado para negociar consumo y capacidades de canal. H.245 intercambia punto a punto mensajes de control gestor de la operación del punto final H.323.

Los mensajes de control llevan información relacionados con:

- Intercambio de capacidades
- Apertura y clausura de canales lógicos usados para llevar media stream.
- Mensajes de flujo de control
- Comandos generales

En resumen se muestra en la tabla 2.2:

Característica	Protocolo
Señalización de la llamada	H.225
Control del medio	H.245
Codecs para audio	G.711, G.722, G.723, G.728, G.729
Codecs de video	H.261, H.263
Compartición de datos	T.120
Transporte en el medio	RTP/RTCP

Tabla 2.2: Componentes y protocolos del estándar H.323

Esta familia de protocolos soporta admisión de llamadas, setup, status, teardown, media streams y mensajes en sistemas H.323. Estos protocolos son soportados tanto como transmisiones confiables como no confiables.

A pesar de que la mayoría de implementaciones H.323 hoy en día utilizan TCP como el mecanismo de transporte para señalización, H.323 versión 2 proporciona la posibilidad de transporte total UDP.

Media Streams son transportados en RTP/RTCP, el primero lleva el medio y el segundo lleva el status y control de la información.

La señalización es transportada confiablemente sobre TCP. Los siguientes protocolos negocian con la señalización:

- RAS (Registration, Admission and Status) maneja el registro, admisión y status.
- Q.931 maneja la estructura y terminación de la llamada.
- H.245 negocia los canales y capacidades usados.
- H.235 maneja seguridad y autenticación.

2.3.3 Flujo de llamada H.323

Los procedimientos de conexión involucrados en la creación de una llamada H.323 puede ser agrupada como:

- Descubrimiento y Registro (Discovery and Registration)
 - Establecimiento de llamada (Call setup)
 - Establecimiento de canal lógico (Logical Channel setup)
 - Flujo del medio y flujo de control de medio (Media stream and media control Flows)
 - Terminación de llamada (Call Termination)
- **Descubrimiento y Registro H.323 (H.323 Discovery and Registration)**

Durante la etapa de descubrimiento y registro de una llamada H.323 el gatekeeper pasa por un proceso de descubrimiento para que este determine con cual de los puntos finales debe registrar.

El registro es usado por los puntos finales para identificar la zona con la cual va a ser asociada. H.323 puede entonces informar al gatekeeper la dirección de transporte de la zona y el alias de la dirección.

- **Establecimiento de llamada (Call Setup)**

Una vez que descubrimiento y registro fueron exitosamente completados, las llamadas H.323 van a la etapa de “call setup “. En esta etapa los gateways son comunicados directamente para establecer la conexión.

El “call setup “está basado en el ITU Q.931 y H.225 es un subconjunto de este. El cual provee una forma de establecer, mantener y terminar las conexiones.

El flujo de la llamada es como sigue:

- El gateway X envía un mensaje H.225 “call signaling setup”, al gateway Y para solicitar la conexión.
- El gateway Y envía un mensaje de retorno H.225 al gateway X , informando que esta puede proceder con la llamada.
- Gateway Y envía un RAS mensaje (ARQ), en el canal de RAS del gatekeeper , para solicitar permiso de aceptar la llamada.
- El gatekeeper confirma que la llamada puede ser aceptada con un retorno de mensaje al gateway Y (ACF).
- El gateway Y envía un mensaje H.225 al gateway X, alertando que la conexión ha sido establecida.
- El gateway Y envía un mensaje H.225 al gateway X , confirmando la conexión de la llamada y la llamada es establecida.

En la figura 2.10 se muestra cómo se realiza el intercambio de mensajes para iniciar una llamada.

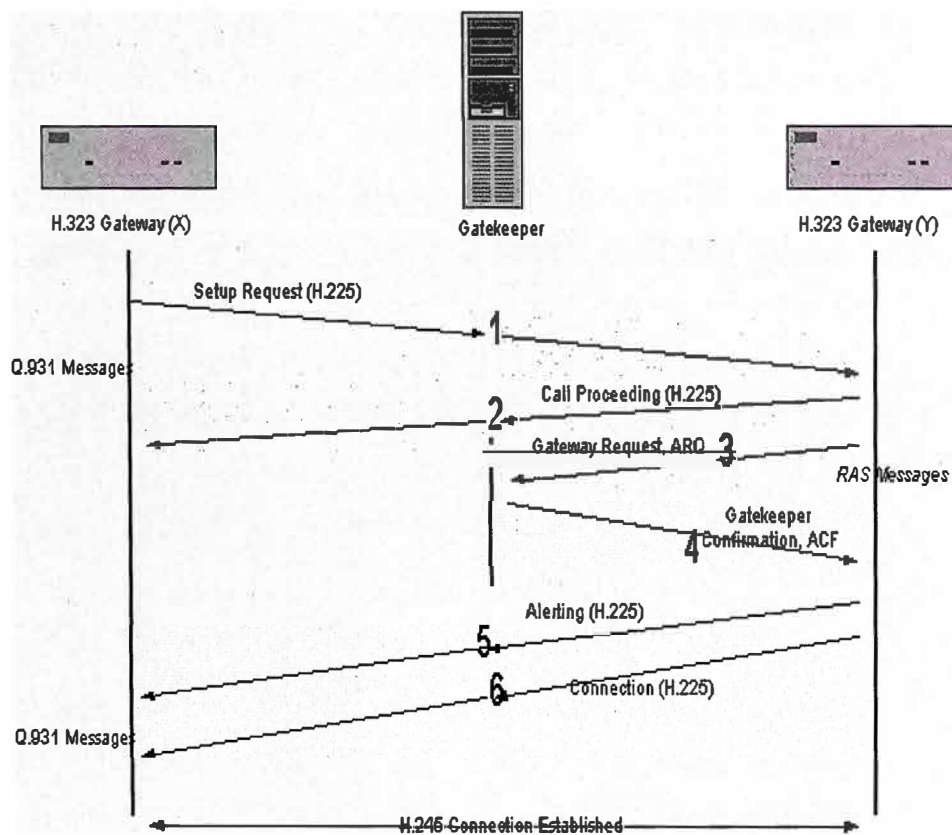


Figura 2.10: Mensajes para el establecimiento de una llamada

- **Establecimiento del Canal Lógico (Logical Channel Setup H.245)**

Después del “call setup” todas las comunicaciones atraviesan por canales lógicos. H.245 administra los mensajes de control entre entidades H.323. Los procedimientos H.245 establecen canales lógicos para la transmisión de audio, video, data e información de control.

Los terminales establecen un canal H.245 por cada llamada con el terminal participante. El canal de control confiable es generado sobre IP utilizando el puerto TCP asignado dinámicamente al final del mensaje de señalización de la llamada.

El intercambio de capacidades, la apertura y cierre de canales lógicos, los modos de preferencia y los mensajes de control tienen lugar en este canal de control. H.245 también permite determinar el codec que se utilizará en la comunicación.

La figura 2.11 muestra como este canal lógico, se adapta dentro del flujo de la llamada H.323:

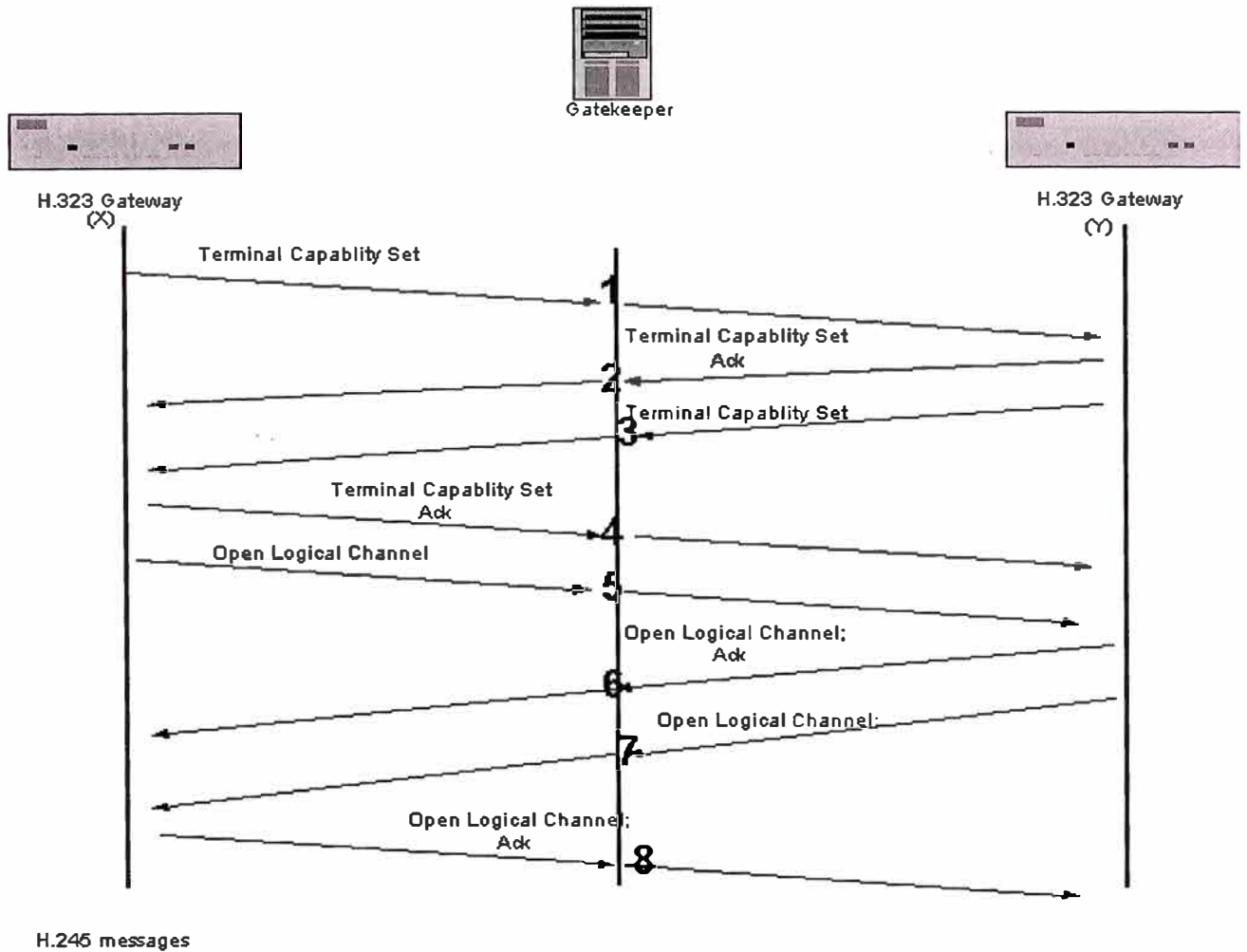


Figura 2.11: Flujo de la toma del logical channel

- **Flujo del medio y flujo de control de medio (Media stream y media control flows)**

En los gateways VOIP, RTP media stream son transportados sobre UDP.

Media stream en el flujo de llamada H.323 son manejados por RTCP. Este protocolo provee una retroalimentación de QoS de los receptores.

La fuente puede usar esta información para acomodar esquemas de codificación o bufferización. RTCP utiliza un canal lógico para cada RTP media stream. La siguiente figura 2.12 muestra los pasos de esta etapa del flujo de llamada H.323.

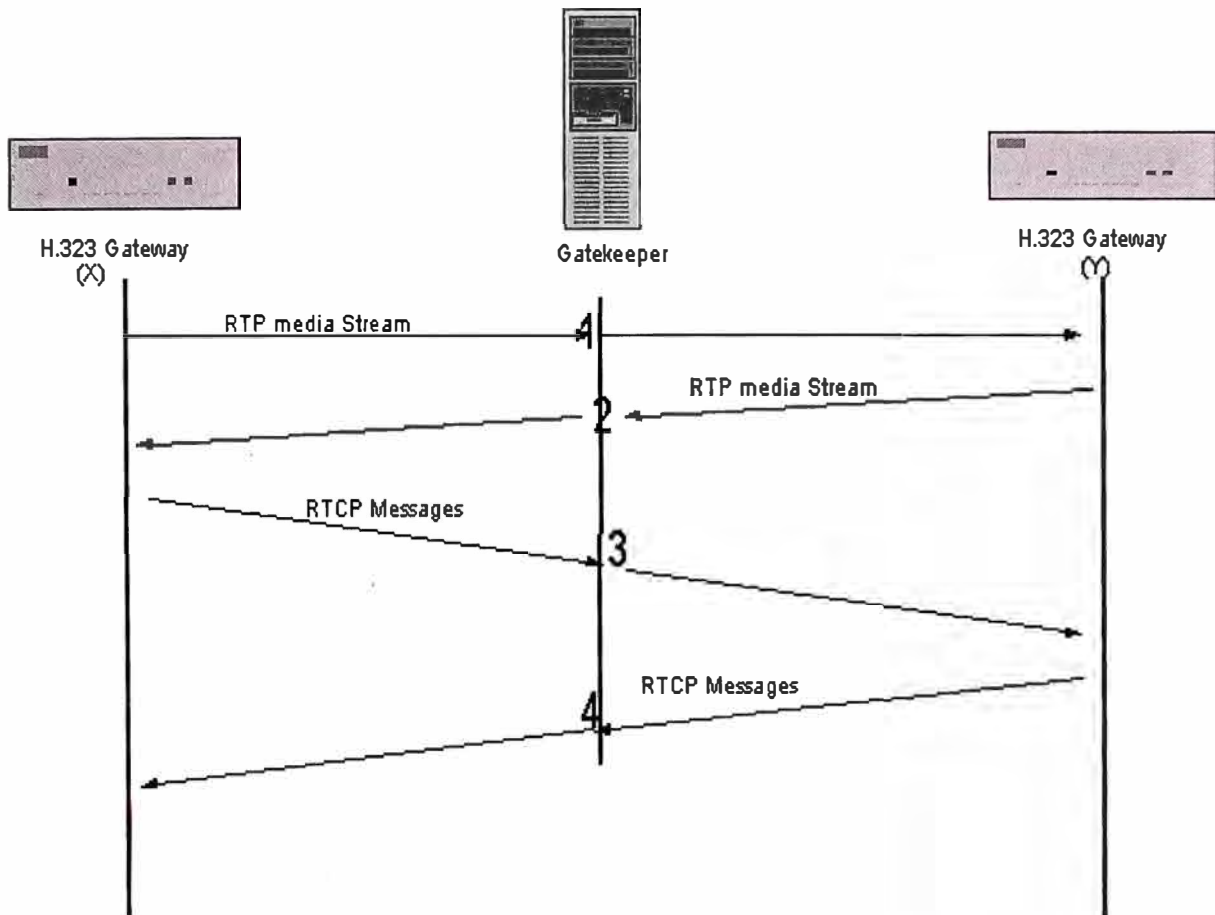


Figura 2.12: Media stream and media control Flows

- **Terminación de llamada (Call Termination)**

Call Termination detiene el media stream and cierra los canales lógicos . Esto puede ser requerido por cualquier punto final o por el gatekeeper.

Call termination cierra el media logicla channel, finaliza la sesión H.245, libera las conexiones H.225/ Q.931 and provee la confirmación de desconexión con el gatekeeper via RAS.

La figura 2.13 muestra el flujo de call termination:

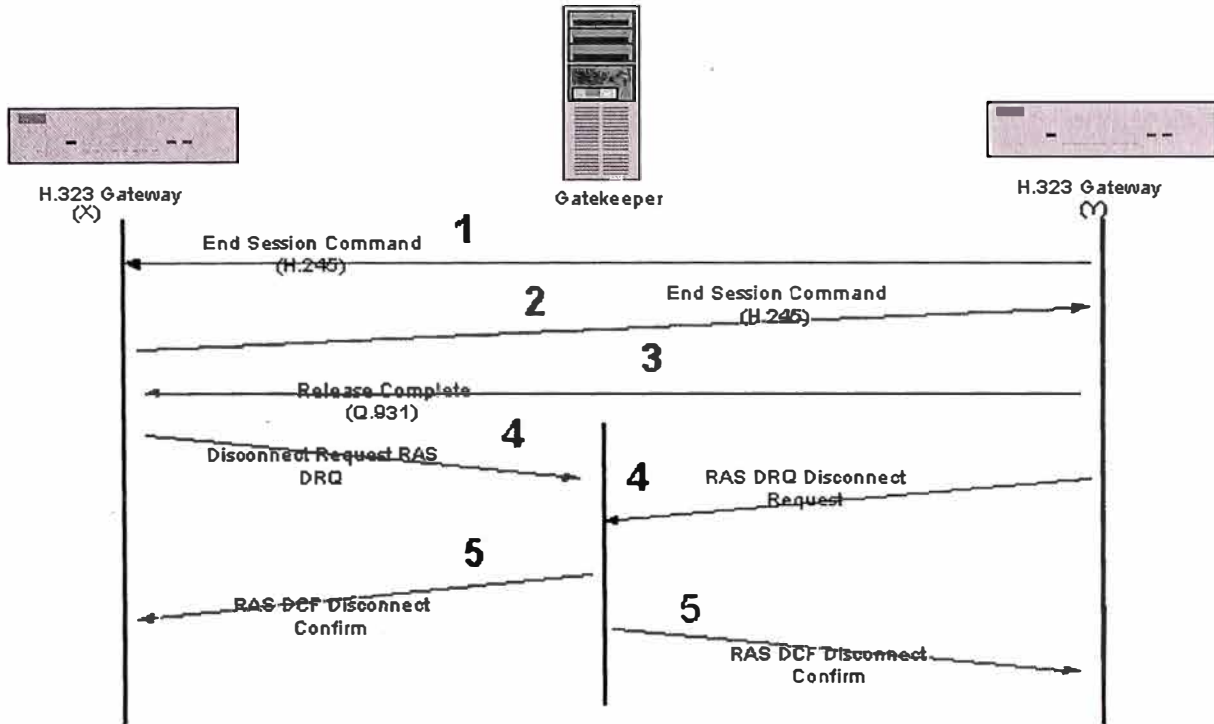


Figura 2.13: Flujo de Terminación de llamada

CAPITULO III

CALIDAD DE SERVICIO (QUALITY of SERVICE – QoS)

EN VOZ SOBRE IP

En este capítulo ahondaremos un poco más sobre la tecnología de voz sobre IP, a la vez que se definirán más conceptos utilizados en dicha tecnología, así como los parámetros definidos para aplicar calidad de servicio en voz sobre IP.

También se dará realce en como trabaja la voz sobre IP en una red de datos

3.1 Análisis de las herramientas de Voz sobre IP

A diferencia de redes orientados a la conexión como Frame relay y ATM (Modo de Transferencia Asíncrona), IP es un protocolo de red no orientado a la conexión que utiliza tramas de bits de longitudes variables.

En un protocolo de red no orientado a la conexión, la información es transferida entre dos puntos extremos, sin establecer una conexión previa.

Protocolos de capa superior pueden ser orientados o no orientados a la conexión. IP es el protocolo de la capa de red (capa 3 de modelo OSI).

Este contiene la información de la dirección y de control que permite a los datagramas ser enrutados y de tal modo proporciona un mejor servicio de entrega de datagramas a través de una red de datos. Un mensaje puede ser transmitido como una serie de datagramas que son reensamblados en el destino. Generalmente el tráfico IP ha sido transmitido en base a first-in, first-out.

Consecuentemente, la mayoría de las redes basadas en IP no pueden entregar la misma calidad que es proporcionada por la PSTN. La red IP puede ser el Internet público o una red privada basada en IP (como la red de datos estudiada). La red IP apoya servicios en tiempo real (Real – Time) vía:

- Protocolo de Reservación de Recurso (Resource Reservation Protocol -RSVP)
- Diferenciación de Servicio (Differentiated Services)
- Protocolo en Tiempo Real (Real Time Protocol -RTP)
- Protocolo de control en Tiempo Real (Real-time Control Protocol -RTCP)
- Encolamiento (Queuing)

3.1.1 Protocolo de Reservación de Recurso (Resource Reservation Protocol -RSVP)

RSVP permite a sistemas punto a punto establecer un canal virtual de QoS en una red entre ellos. Los parámetros RVSP son definidos por el administrador de red y deben ser constantes a lo largo de la red para que las reservaciones sean mantenidas correctamente.

RVSP es equivalente a una lista de acceso dinámica para el flujo de paquetes, estos pueden activarse y desactivarse por si mismos cuando sea necesario. Los parámetros que necesitan ser colocados en el router/gateway que establece el RSVP son la cantidad de ancho de banda permitida y el tipo de tubo de RSVP. RSVP debe ser configurada para asegurar el correcto nivel de QoS.

El router/gateway habilitado con RSVP ve la ruta y los mensajes de reserva y asigna un apropiado espacio de cola para el tráfico dado.



Figura 3.1: Como funciona RSVP

RSVP no es un protocolo de enrutamiento y actualmente no modifica la tabla de enrutamiento IP basado en el flujo de tráfico o congestión.

RSVP simplemente viaja a través de IP y habilita los protocolos de enrutamiento IP para escoger la ruta más óptima. Esta ruta óptima podría no ser la ideal QoS ruta habilitada, sin embargo RSVP no puede ajustar los routers/gateways para modificar este comportamiento.

- **IP Precedence vs. RSVP**

Existen ventajas y desventajas al usar cualquier método de QoS para Voz sobre IP. Uno de los más importantes factores para tomar en cuenta es la clase de QoS que nuestra red puede usar. Esto es importante para entender los tipos de tráfico que nuestra red esta pasando tanto voz como datos.

IP Precedence es más controlable para los administradores de redes. Ellos pueden escoger que nivel de precedencia está disponible para el tráfico que ellos desean usar en QoS. Esto no puede ser controlado dinámicamente, éste se configura manualmente. Por consiguiente QoS tendría una gran administración.

RSVP es mas difícil de configurar inicialmente, desde la cual el nivel de tráfico necesita ser analizado y ajustado en cada puerto físico. RSVP es potente en enlaces de altas congestiones y enlaces WAN. Esto también tiene un beneficio extra iniciando un sistema controlado dinámicamente. Las conexiones RSVP son construidas y destruidas como necesitados. Por consiguiente no hay conexiones disipadas utilizando el ancho de banda.

3.1.2 Diferenciación de Servicio (Differentiated Services)

La arquitectura de DS es el mas desplegado y sustentado modelo de QoS. Proporciona un mecanismo escalable para clasificar los paquetes en los grupos o las clases que tienen requisitos similares de QoS y después da a estos grupos el tratamiento requerido en cada salto en la red. La escalabilidad viene del hecho de que los paquetes están clasificados en los bordes de la nube del DS o región y marcada apropiadamente de modo que las routers/gateways del core de la nube puedan proporcionar QoS basado simplemente en la clase del DS. Los seis bits más significativos del byte (octeto) de tipo de servicio IP (ToS)

se utilizan para especificar la clase del DS, el código de punto de la diferenciación de servicio (DSCP) define estos seis pedacitos. Los dos bits restantes en el octeto de la TOS del IP son actualmente no usados.

La figura 3.2 muestra como la cabecera IP define la clase DS.

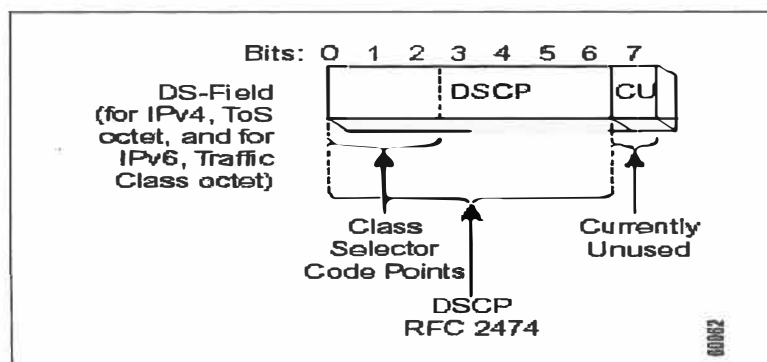


Figura 3.2: Definición de la cabecera IP en Diff Serv

El RFC 2474 propone una manera de interpretar un campo que ha sido parte siempre de un paquete del IP. Según lo mencionado previamente, el campo de la TOS describe un octeto entero (ocho bits) de un paquete del IP. La precedencia refiere a los tres bits más significativos del octeto de la TOS; es decir, [123]45678. (el término TOS se utiliza de vez en cuando para referir a los tres bits siguientes: 123[456]78; sin embargo, en este documento, ser constante con la especificación original del RFC para la cabecera IP (RFC 791), la TOS refiere al sistema entero de ocho bits.) Los primeros tres bits del DSCP se utilizan como bits del selector de clase; los bits del selector de clase hacen DSCP compatible con precedencia del IP porque la precedencia del IP utiliza los mismos tres bits para determinar la clase.

Los dos bits siguientes se utilizan para definir preferencia de caída. Por ejemplo, si el tráfico en la clase 4 (los primeros tres bits son 100) excede cierta tarifa contraída, el exceso de paquetes podrían ser remarcado, tal que la preferencia de caída es incrementada en vez de empezar a caer. Si la congestión fuera ocurrir en la nube del DS, los primeros paquetes que se caerán serían los “high drop preference” paquetes.

3.1.3 Protocolo en Tiempo Real (Real-time Protocol –RTP)

RTP es el estándar para la transmisión de tráfico a través de una red basada en paquetes. RTP corre en el nivel de UDP e IP. RTP brinda a las estaciones destino información que no está en la trama sin conexión UDP/IP . RTP usa la secuencia de información para determinar si los paquetes están llegando en orden y éste utiliza el tiempo de sellado de información para determinar los intervalos de tiempo de llegada de los paquetes (jitter).

Se puede utilizar RTP para la demanda del medio, también para servicios interactivos como Telefonía Internet. RTP consiste en parte de data y parte de control, el último llamado RTP Control Protocol (RTCP).

La parte de data de RTP es un escaso protocolo que provee soporte para aplicaciones con propiedades de tiempo real, como medios continuos (por ejemplo , audio y video), incluyendo tiempos de reconstrucción, detección de caída e identificación de contenido.

RTCP provee soporte para grupos de conferencias en tiempo real de cualquier tamaño dentro de Internet. Este soporte incluye identificación de origen y soporte para gateways, como puentes de audio y video, tales como traslaciones de multicast a unicast. También ofrece retroalimentación (feedback) del receptor al grupo multicast tan bueno como soporte para sincronización de diferentes flujos de medio.

RTP es importante para tráfico en tiempo real, sin embargo una pequeña desventaja existe. Las cabeceras de IP/RTP/UDP son: 20, 8y 12 bytes respectivamente. Estos sumados dan 40 bytes para la cabecera, la cual es doblemente tan grande como payload cuando se usa G.729 con dos muestras de conversación (20 ms.).Se puede comprimir esta cabecera a 2 o 4 bytes utilizando RTP Header Compresión (CRTP).

- **Protocolo en Tiempo Real Comprimido (Compressed Real Time Protocol - CRTP)**

Para reducir el gran porcentaje de ancho de banda consumido por una llamada de voz G.729, se puede utilizar CRTP. CRTP habilita para comprimir la cabecera IP/RTP/UDP de 40 bytes a 2 o 4 bytes.

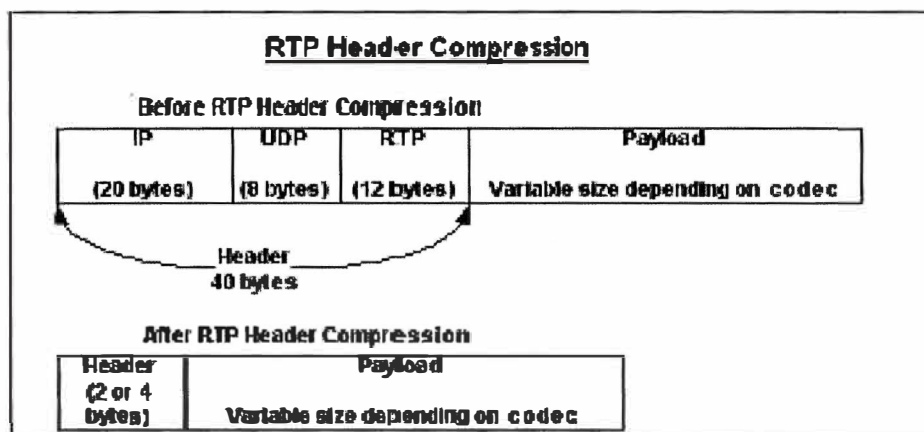


Figura 3.3: RTP Header Compression

Con CRTP la cantidad de tráfico por llamada VOIP es reducida de 24 Kbps. a 11.2 Kbps. Este es el mejor logro para enlaces de ancho de banda pequeños. Por ejemplo un enlace de 56 Kbps ahora puede llevar 4 llamadas VOIP G.729 cada una con 11.2 Kbps. Sin CRTP, solo dos llamadas VOIP G.729 pueden ser usadas.

Para evitar el consumo innecesario de ancho de banda disponible, CRTP es usado en base a enlace punto a punto.

Este esquema de compresión reduce la cabecera IP/RTP/UDP a 2 bytes cuando el campo detección de errores (checksums) de UDP no es usado o 4 bytes cuando es utilizado.

La gran ganancia, sin embargo viene del hecho que la diferencia de paquete a paquete es casi constante, aún si muchos campos cambien en cada paquete. Por consiguiente el algoritmo puede simplificarse adicionando 1 a cada valor recibido. Manteniendo ambos la cabecera descomprimida y las diferencias de primer orden en el estado de sesión compartido entre el compresor y el descompresor, CRTP debe comunicar sólo una indicando que la diferencia de segundo orden es cero. En este caso el descompresor puede

reconstruir la cabecera original, sin ninguna pérdida de información, simplemente adicionando la diferencia de primer orden salvado, la cabecera no comprimida como cada paquete comprimido es recibida.

3.1.4 Técnicas de Encolamiento (Queuing)

Las redes de hoy, con su variedad de aplicaciones, protocolos y usuarios, requieren una forma de clasificar diferentes tráficos. Existen diversas herramientas de encolamiento que permite especificar que tipo de trafico es especial o importante y aplicar técnicas de encolamiento en este, teniendo en cuenta la información en vez de tomar en cuenta el orden de llegada. La técnica de encolamiento mas popular el WFQ (Weighted - Fair Queuing).

Con la adición del tráfico de la voz en una red de datos tradicional, el método por defecto WFQ no es suficiente para garantizar transmisiones de la calidad. Originalmente, el establecimiento de una red de datos no tomo en cuenta la calidad de la voz y transmisiones "en tiempo real". Si los datos llegaban tarde a su destino , no eran tan evidentes al usuario del extremo como es la voz. La transmisión puede haber llevado más tiempo para cargar en una computadora, pero a una perspectiva humana no es notoria. Tener en cuenta que para las transmisiones en tiempo real de los paquetes de la voz, sin embargo, el nivel de la confiabilidad para encolamiento y el ancho de banda de transmisión tiene que ser aumentado.

PQ y CQ (Priority Queuing y Custom Queuing) podrían manejar el problema, pero implementar estas técnicas podría causar otros problemas en la red.

3.2 Protocolos de Transporte

Transmission Control Protocol (TCP) es un protocolo connection-oriented (orientado a la conexión) responsable por la división de un mensaje en los paquetes IP manejables y después volver a montar los paquetes en un mensaje completo en el otro extremo. El TCP se considera un servicio de transporte confiable. Es una capa 4, el protocolo end-to-end (punto a punto) que proporciona confiabilidad de la conexión virtual. La conexión virtual es simplemente una asociación entre los procesos en dos máquinas. El TCP no se procesa

en la red routers/switches sino en las puntos finales. Provee la aplicación con el circuito virtual y el control de flujo, y determina y adapta a la congestión de red. El TCP es responsable de proporcionar la transmisión confiable de datos sobre la red proporcionando los servicios siguientes:

- Transferencia fluida de datos
- Multiplexación (las conversaciones superiores numerosas de la capa se pueden transferir simultáneamente sobre una sola conexión)
- Control de flujo eficiente
- Confiabilidad
- Operaciones full-duplex

Transferencia de flujo de datos entregan datos como corriente constante y continua de bytes (octetos). Un número de serie identifica cada octeto de modo que las aplicaciones no tengan que dividir datos en segmentos de bloques manejables antes de darlo al TCP.

Cuando el TCP recibe el flujo de bytes, la agrupa en segmentos y los envía al IP para la entrega. Cada octeto contiene un número delantero del reconocimiento que indique al receptor que el número de segmento espera después por el transmisor. El TCP tiene la capacidad de recuperarse de los paquetes perdidos y retrasados.

El User Datagram Protocol (UDP) es otro protocolo de la capa 4. Es un protocolo sin conexión que envía los datos (datagramas) a partir de una computadora a otra. El UDP no proporciona ninguna garantías de entrega, y se considera el “mejor esfuerzo “del servicio de transporte. El UDP es diferente del TCP y más apropiado a las aplicaciones donde son innecesarios los reconocimientos, o la retransmisión no es apropiada (por ejemplo, requerimiento de Domain Name Service y telefonía Internet Este protocolo proporciona el tan llamado “ no confiable “ servicio de la capa de transporte a la aplicación porque no hay reconocimientos. Esencialmente, el UDP agrega números de puertos en capa 4.

El UDP se utiliza para la voz sobre el IP y es un protocolo simple que intercambia datagramas sin reconocimientos o la entrega garantizada, esto requiere que el error de procesamiento y retransmisión sea manejado por otros protocolos.

El UDP no agrega ninguna confiabilidad, control de flujo, o función de la recuperación al IP. Actúa simplemente como interfaz entre el IP y los procesos de la capa superior.

La cabecera de UDP contiene pocos octetos y consume menos información de la red que el TCP, y porque UDP no hace estrechamiento con el extremo de recepción, la iniciación y el proceso de envío es más rápido que el TCP. Esto hace UDP un protocolo lógico del transporte para VoIP.

Para integrar con éxito tráfico de voz orientado a la conexión en una red IP sin conexión-orientada, el mejoramiento de la señalización es requerida. De una cierta manera, debemos hacer que esta red sin conexión parezca connection-oriented.

3.3 Señalización, Direccionamiento y Enrutamiento de VoIP

3.3.1 Señalización

La señalización de VoIP tiene tres áreas distintas: señalización del PBX al router/gateway, señalización entre routers/gateways y señalización del router/gateway a la PBX, como se muestra en la figura 3.4.

En la señalización de la PBX al router/gateway, el usuario toma el auricular del teléfono, señalando una condición off-hook. La conexión entre la PBX y el router/gateway aparece como una troncal de línea a la PBX, que señalará al router/gateway la toma de la troncal. A una vez tomada la troncal, la PBX transmite los dígitos marcados al router/gateway de manera semejante que los dígitos serían enviados a un switch telefónico de una compañía u otra PBX.

La interfaz de señalización de una PBX a un router/gateway podría ser uno de los métodos comunes utilizados para coger una línea troncal, como: FXS, FXO, E&M o el señalización T1/E1. El PBX entonces transmite los dígitos marcados al router/gateway de manera semejante que los dígitos serían enviados a un switch.

Dentro del router/gateway el Dial plan mapea los dígitos marcados a un dirección IP e inicia una petición del establecimiento de la llamada Q.931 al peer del router/gateway que es indicada por una dirección IP. Mientras tanto, este canal del control se utiliza para

instalar el Real-Time Protocol flujo de audio y el protocolo de RSVP puede ser utilizado para solicitar una calidad garantizada del servicio. Cuando el router/gateway remoto recibe la petición de la llamada Q.931 señala una línea de aferramiento a la PBX. Después de que la PBX reconozca este aferramiento, router/gateway transmite los dígitos marcados a la PBX, y señala un reconocimiento de la llamada al router/gateway que origina.

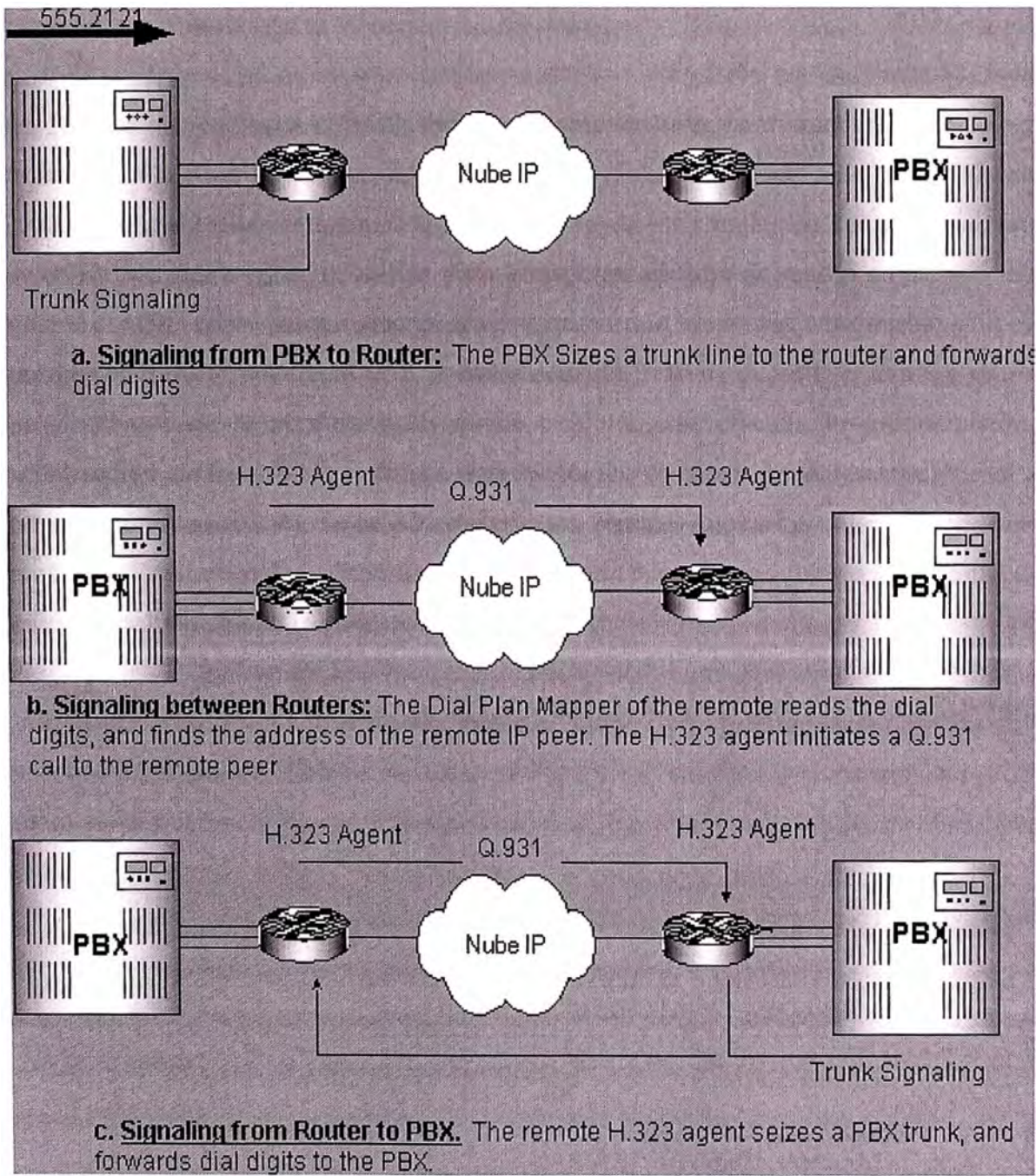


Figura 3.4: Areas de señalización

En arquitecturas de red sin conexión como IP, la responsabilidad del establecimiento de la sesión y la señalización reside en las estaciones finales. Para emular con éxito servicios de la voz a través de una red del IP, mejoramientos de la señalización son requeridos.

Por ejemplo, un agente H.323 se agrega al router/gateway por estándares que soportan audio y los flujos de señalización. El protocolo Q.931 se utiliza para el establecimiento de la llamada y motivación entre los agentes H.323 o estaciones finales. H.225 es esencialmente igual que Q.931.

El Real Time Protocol (RTCP) brinda la información confiable una vez que se haya establecido el flujo de audio. Un protocolo confiable orientado a la sesión tal como TCP se despliega entre las estaciones finales para llevar los canales de señalización. RTP, que se construye sobre UDP, se utiliza para transportar el flujo de audio en tiempo real. RTP utiliza el UDP como mecanismo de transporte porque tiene más bajo retraso que el TCP, y porque el tráfico real de la voz, a diferencia del tráfico de señalización y datos, tolera niveles bajos de la pérdida y no puede explotar con eficacia la retransmisión. H.245 señalización de control se utiliza para negociar el uso y capacidad del canal. H.245 permite intercambio de capacidades entre los puntos finales tal que los codecs y otros parámetros relacionados con la llamada estén entre los puntos finales. Es dentro de H.245 que el canal audio está negociado.

La tabla 3.1 representa la relación entre el modelo de referencia ISO y los protocolos usados en agentes de VOIP.

ISO Protocol Layer	ITU H.323 Standard
Presentation	G.711, G.729, G.729a, etc.
Session	H.323, H.245, H.225, RTCP
Transport	RTP, UDP
Network	IP, RSVP, WFQ
Link	RFC1717 (PPP/ML), Frame, ATM, etc.

Tabla 3.1: Modelo de referencia ISO y el standard H.323

3.3.2 Direccionamiento

En un red de datos (intranet) existente, un direccionamiento IP tomará lugar. Al esquema de numeración IP, las interfaces de voz aparecerán como IP host, como extensión del esquema existente, o con nuevas direcciones IP.

El dial plan realiza la traducción de los dígitos marcados de la PBX a la dirección IP final remota del VOIP router/gateway destino

Cuando el número marcado es recibido por el router/gateway que origina, el router/gateway compara éste número con los definidos en la tabla del router/gateway. Si una igualdad es encontrada, la llamada se encamina al router/gateway destino apropiado.

3.3.3 Enrutamiento

Una de las fuerzas del IP es la madurez y la sofisticación de sus protocolos de enrutamiento. Un protocolo moderno de enrutamiento, tal como EIGRP, puede tomar retraso en la consideración al calcular la mejor trayectoria. Éstos son también protocolos convergentes rápidos de enrutamiento, que permite que el tráfico de la voz se aproveche de las capacidades self-healing de las redes del IP. Las características avanzadas, tales como políticas de enrutamiento y listas de acceso, permiten crear altamente sofisticado y seguro esquema de enrutamiento para el tráfico de voz . RSVP se puede invocar automáticamente por gateways VoIP para asegurar que el apropiado de ancho de banda y características de delay sean proporcionadas en la red IP para transportar voz con un alto nivel de la calidad del servicio (QoS).

Uno de los progresos más interesantes del enrutamiento IP es el desarrollo de la conmutación de la etiqueta y de otras disciplinas de la conmutación IP. La conmutación de la etiqueta (Tag Switching) proporciona una manera de extender el enrutamiento IP, la política, y características de QoS sobre ATM y otros transportes de alta velocidad.

Otra ventaja de la conmutación de la etiqueta (Tag Switching) es sus capacidades de la ingeniería del tráfico, que son necesarias para el uso eficiente de los recursos de la red.

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE LA VOZ SOBRE IP Y QoS SOBRE UNA RED DE DATOS

En éste capítulo se planteará la aplicación de voz sobre IP en la red de datos ya estudiada. Se realizará referencias sobre los dispositivos a utilizar. Además del diseño del plan de numeración y enrutamiento, y varios escenarios de aplicación de la tecnología de voz sobre IP.

El diseño de un ejemplo en el cual se podrá apreciar el aporte profesional del cual tendremos parte, al momento de la implementación de voz sobre IP en una red de datos.

4.1 Gateways, Routers, Dispositivos terminales y conexiones

Podemos considerar que el gateway en este caso tomando como tal al router, es un elemento importante en la mayoría de las Redes de Datos en la cual se aplica voz sobre IP, pues su misión es la enlazar la voz sobre IP con la red telefónica analógica.

Podemos considerar al gateway (router) como una caja que por un lado tiene una interface LAN y por el otro dispone de uno o varios de las siguientes interfaces:

- **FXO** : Para conexión a extensiones de centralitas o a la red telefónica básica. Es configurado para conector RJ-11. Sin embargo en lugar de reemplazar señalización y voltaje necesitado por un equipo de telefonía básica, puerto FXO es usado para conectar la red IP a equipos locales finales como Public Switched Telephone Networks (PSTN), Central Office (CO) o a una PBX.

- **FXS** : Para conexión a enlaces de centralitas ó teléfonos analógicos . Es configurado con el conector estándar RJ-11. Es usado para conectar el router a dispositivo telefónico estándar o a una estación final, como equipos teléfonos

básicos, FAXs. El puerto FXS puede reemplazar voltaje de timbrado, tono de marcado y señalización básica de una estación final.

- E&M : Para conexión específica a centralitas . Utiliza conector RJ-48C esta permite conexión específicamente a líneas troncales de PBX. La interface E&M puede ser programada con una especial atenuación, ganancia e impedancia.
- PRI: Acceso primario RDSI (30B + D)
- BRI : Acceso básico RDSI (2B + D)

En la figura 4.1 se muestra las diferentes conexiones existentes entre los equipos terminales y el router (gateway), las cuales ya se detallaron anteriormente, como se apreciar algunas interfaces permiten la conexión directa de los equipos telefónicos como terminales y en otras es necesario la utilización de una centralita.

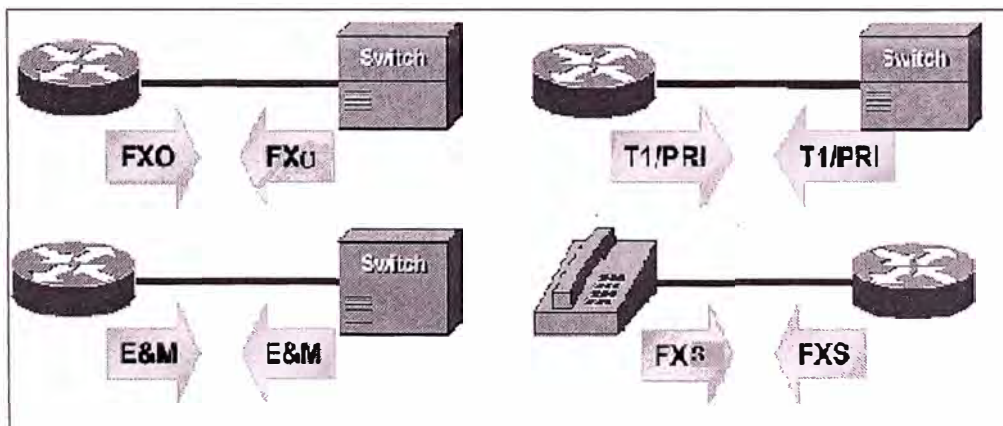


Figura 4.1: Conexiones existentes entre los equipos terminales y gateways

4.2 Plan de Numeración

Consideremos nuestra Red de Datos como se muestra en la figura 4.2, la cual puede tener algunas variaciones de acuerdo a los componentes en cada sede.

Como se observa, la sede principal posee una red LAN. Las PBX (centralitas) se conectan a cada uno de los routers (gateway) en cada sede mediante una troncal analógica o digital. Detrás de estas PBX se encuentran los abonados que realizan las llamadas. Cada uno de los router cumple la función de gateway, ya que sirve de interfaz entre las troncales telefónicas y la Red IP.

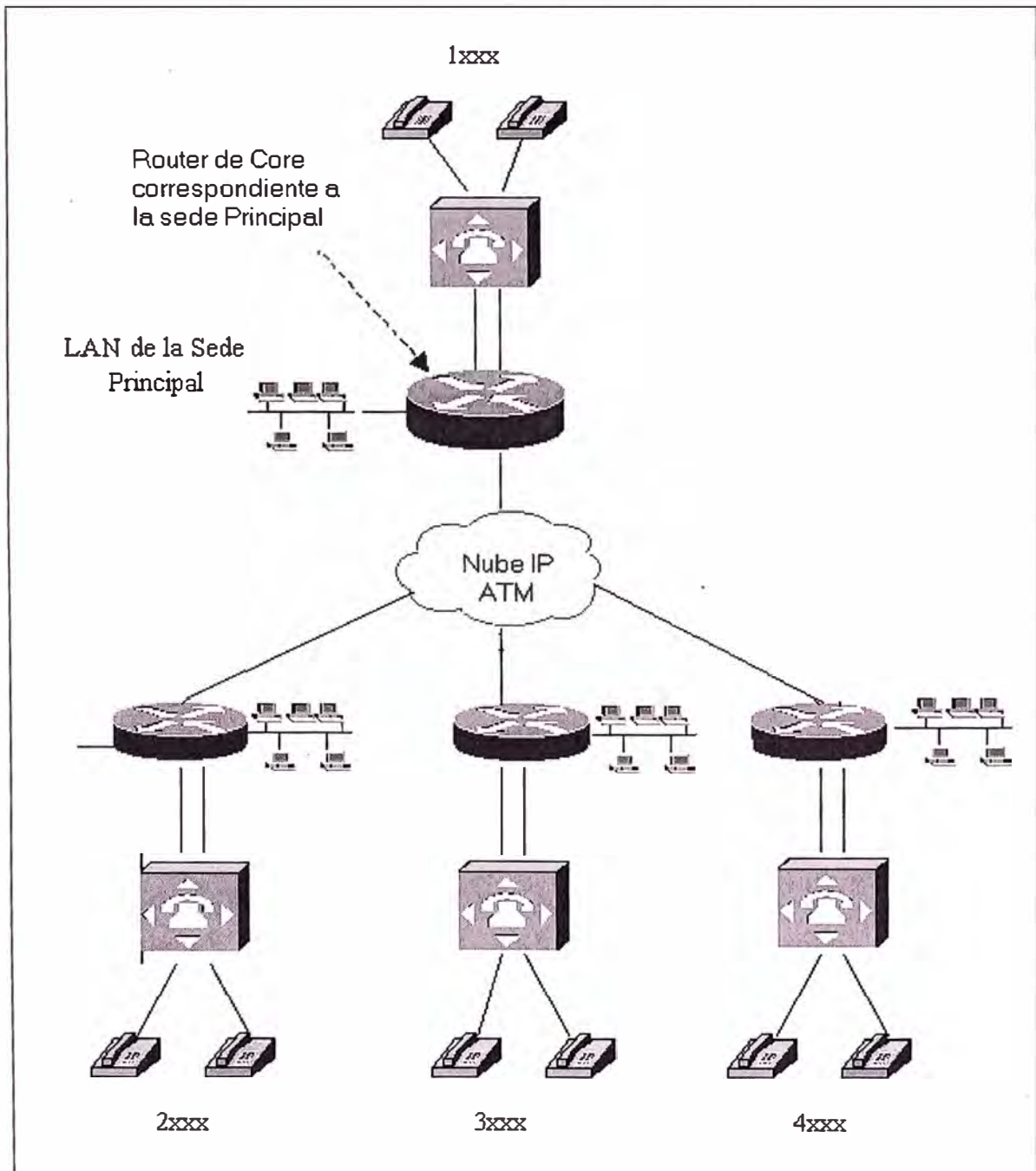


Figura 4.2: Red de datos modelo

Para poder realizar las llamadas entre sedes, es necesario un plan de numeración el cual debe ser sencillo. A cada router se le debe asignar un número de área o correspondiente al número de sede (ejem. sede 1,2,3, etc). Por tanto, un primer criterio es asignar a cada sede una serie telefónica, la cual se define por el primer o los dos primeros dígitos de los números telefónicos.

En nuestro caso se asignó a la sede principal la serie que empieza con el número 1; es decir, los números de anexo para esta sede pueden ser 1XXX. Para las demás sedes se asignan las series que siguen (2, 3, 4, etc.) como se muestra en la figura 4.2.

4.3 Plan de Enrutamiento

Una vez listo el plan de numeración para cada sede, se debe habilitar el plan de enrutamiento. Éste consiste en indicar en cada router (gateway) por dónde se debe enviar la información de voz para un determinado número marcado.

Como se muestra en la figura 4.3 en cada enlace entre la sede principal y las sedes remotas existe una subnet máscara 28 (255.255.255.240) configurada, de tal forma que exista conectividad a nivel IP entre las sedes.

Cada sede tiene asignada una dirección IP de tal manera que en los routers (gateways), a cada sede le corresponda una serie telefónica

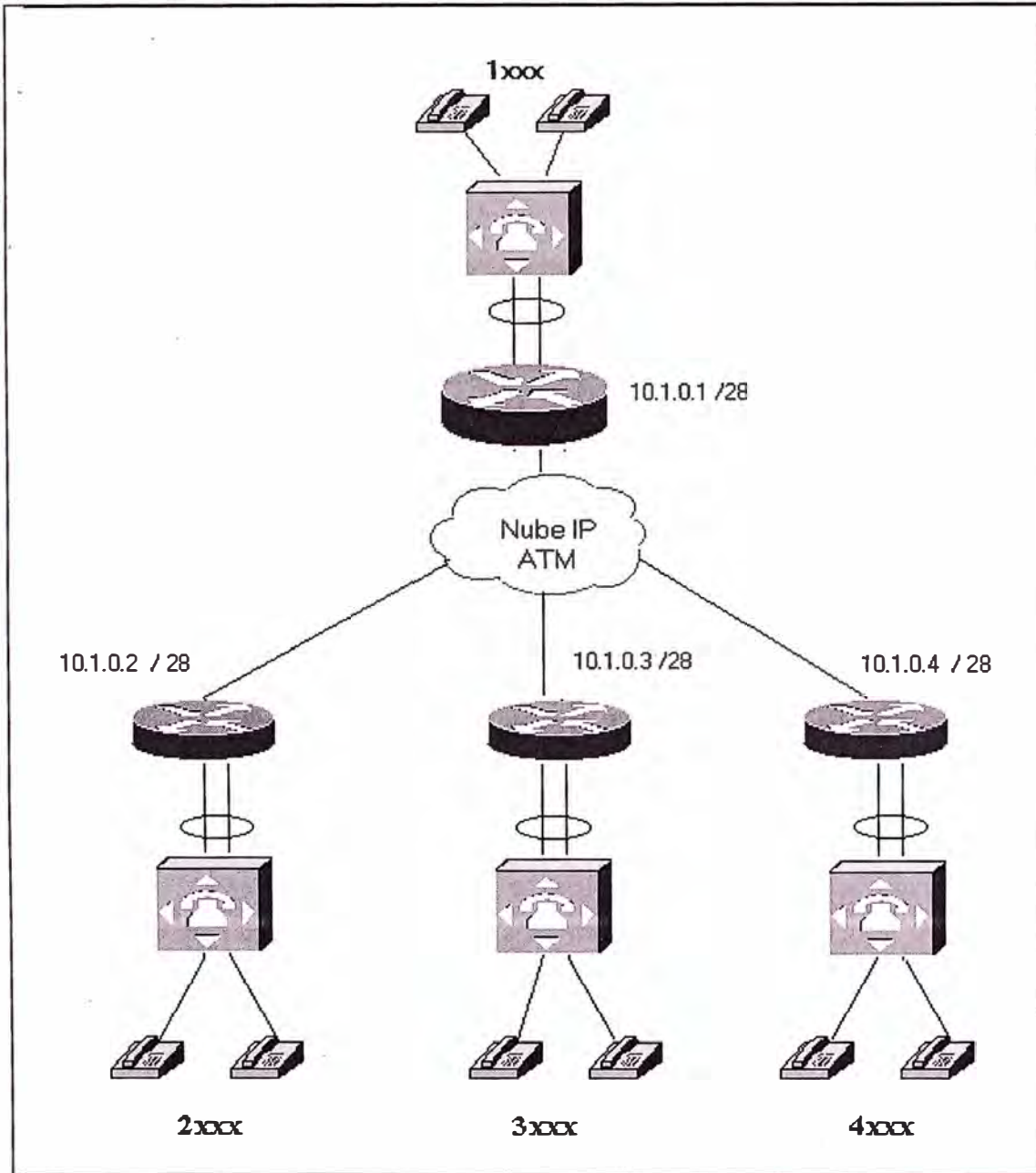


Figura 4.3: Plan de enrutamiento

Luego, siguiendo el criterio de enrutamiento hallemos la tabla de enrutamiento del router principal de la siguiente manera:

Número Telefónico	Destino
1xxx	Port 0
2xxx	10.1.0.2
3xxx	10.1.0.3
4xxx	10.1.0.4

Tabla 4.1 Enrutamiento de las llamadas en el router principal

Como se observa en la tabla 4.1 cuando cualquier usuario de la sede principal llame a cualquiera de las sedes remotas, el tráfico de voz será enviado al destino correspondiente, en este caso el router de la sede remota a la que se está llamando. De igual manera, cuando alguien llame a la sede principal el tráfico de voz llegará al router central y será enrutado hacia el puerto de voz donde se encuentra conectada la PBX de la sede principal.

Cabe mencionar que cada sede posee un tabla de enrutamiento similar. Nótese que cuando se requiera llamar entre sedes, el tráfico de voz cruzará por la sede principal siempre, ya que es una estructura centralizada (configuración punto-multipunto). Por esto, la conectividad total entre todas las sedes es importante.

4.4 Escenarios de Voz sobre IP en una Red de Datos

Existen distintas formas de aplicar la voz sobre IP en una red de datos, pero tanto el plan de numeración y de enrutamiento siguen los mismos criterios.

En las siguientes figuras se presentarán algunos pequeños escenarios en comparación al escenario considerado en nuestra red de datos.

Los casos que veremos adelante brindan una idea de cómo configurar la voz sobre IP (VoIP) usando los equipos Cisco en especial, como una primera parte, todo lo que concierne a Interfaces análogas, entiéndase éstas como FXS, FXO y E&M y la manera de cómo pueden Interactuar, y luego sobre equipos digitales.

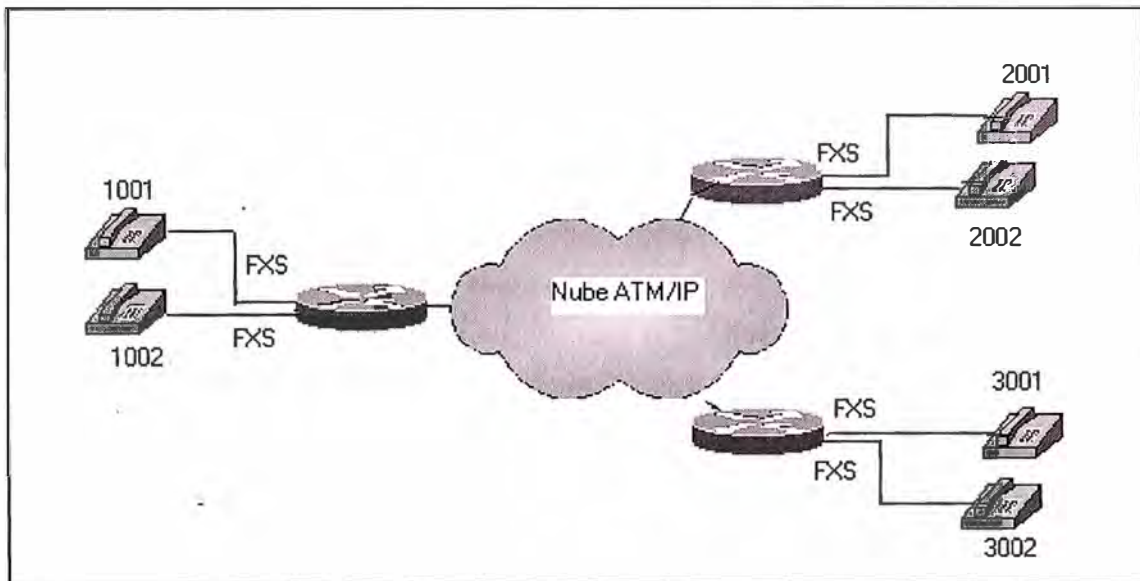


Figura 4.4 : Aplicación de Voz sobre IP con gateways con puertos FXS

El escenario mostrado es el caso típico de interconexión de una oficina principal y dos sucursales carentes de centrales telefónicas pero que desean usar el medio de transmisión de datos para transportar tráfico de voz entre estas, formando así una pequeña red telefónica privada.

El modo de funcionamiento de esta configuración es tal que una persona en una de las oficinas pueda comunicarse con la otra con solo discar los números que se detallan en la figura 4.4.

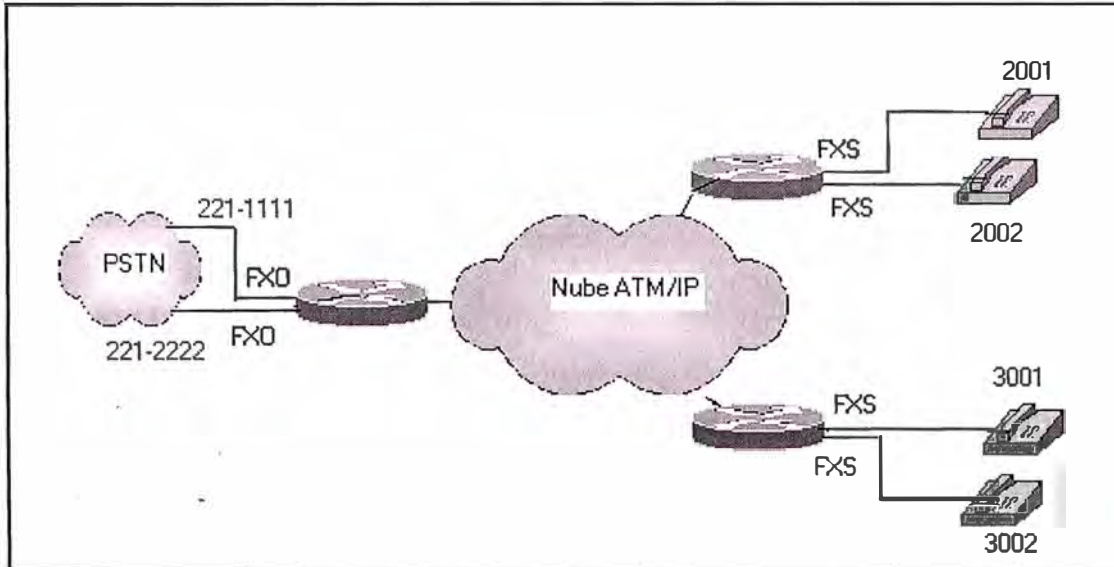


Figura 4.5: Aplicación de Voz sobre IP con gateways con puertos FXS y FXO

Este segundo escenario muestra como se pueden extender líneas telefónicas pudiendo ser estas de una central privada (anexos) o líneas provenientes de la PSTN. En la figura 4.5 cuando alguien en la PSTN disca el número 221-1111 o 221-2222, el router dará tono al usuario y este deberá elegir entre discar 2001 ó 2002, de la primera sede o discar 3001 ó 3002 para comunicarse con cualquier anexo del segundo lado remoto. Para la llamada de retorno un usuario en la sede principal deberá discar "9" o cualquier otro dígito configurado para tomar una de las líneas FXO y realizar su llamada a la calle.

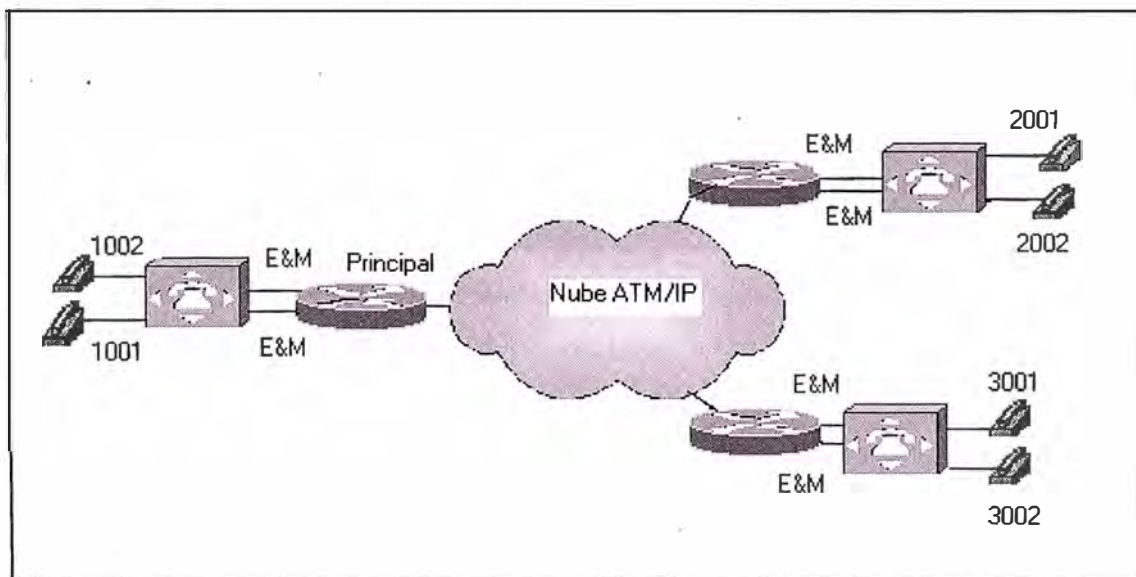


Figura 4.6: Aplicación de Voz sobre IP con gateways con puertos E&M

Este tercer escenario muestra la interconexión de la sede principal con sus sucursales las cuales a diferencia de los casos anteriores tienen mayor tráfico de voz puesto que tienen centrales telefónicas las cuales desean interconectar. La manera como puede funcionar es de dos maneras:

- **Sin transparencia:**

Este modo es aquel que donde antes de discar un anexo remoto se debe de hacer una petición de línea a la central, este código de petición es conocido como ACOD. Si por ejemplo en la sede principal deseamos hacer una llamada al anexo 2001, 2002, 3001 ó 3002 bajo este método, deberíamos marcar primero un ACOD por ejemplo 8, luego de este (pues inmediatamente se recibe tono de invitación a marcar) se disca el anexo deseado.

- **Transparentemente**

Este otro método es el ideal dado que aquí no se requiere un ACOD antes, la enmascaración la hace la centralita telefónica y más o menos funciona así: Se configura en la central que todo lo que ingrese con 1XXX ó 2XXX se enrute a la troncal E&M que va al Router y se manda íntegro los cuatro dígitos. Del ejemplo anterior solo bastará marcar 2001 ó 3001 para que en el otro lado empiece el Ring.

Para nosotros este ACOD es transparente pues no lo definimos en ningún lugar, éste empieza en la central y termina en ella. Por otro lado si tenemos un sistema trabajando sin transparencia este puede pasar a modo transparente con solo modificar configuraciones en la central telefónica, pero para ello debe existir todo un plan de numeración corporativo para evitar conectar centrales con las mismas extensiones lo cual es muy común en muchas empresas.

4.5 Ejemplo práctico de Implementación

Como complemento de este capítulo, se presenta un ejemplo práctico, a fin de comprobar y demostrar las posibilidades de la convergencia teniendo presente unificar en una sola red, el transporte de voz y datos. Evidentemente la red es una red IP.

El objetivo es demostrar la viabilidad de una solución VoIP, utilizando para ellos dos sucursales de una compañía X.

Tal como se muestra en la figura 4.7 en cada una de las sedes se disponía de una central telefónica equipada con un acceso primario, con una capacidad de varias extensiones. Además existía una red de datos basado en una red IP, la cual se transporta a través de un backbone ATM.

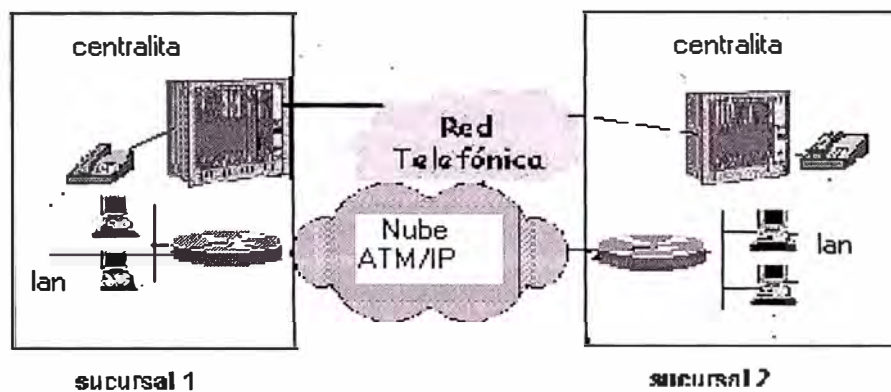


Figura 4.7: Situación inicial donde coexisten dos redes

La sucursal 1 para poder comunicarse a la sucursal 2 utilizaba la red telefónica pública, es decir se partía de una red de voz apoyada en las centralitas y de la PSTN.

Para lograr la convergencia, es decir integrar la red de datos y voz, hasta el momento independientes, se estimó el equipamiento siguiente:

- Gateway para acceso primario en cada una de las sucursales, para lo cual se utilizarán los routers, que dan la conexión de datos en cada sede.

- Protocolo de codificación de voz G723
- Centralita en la sucursal 1 (que ya se posee), con tarjeta codificadora de voz.
- Centralita en la sucursal 2 (que ya se posee), con tarjeta codificadora de voz.
- Estudio de compatibilidad de las centralitas.
- Protocolo de conexión.
- Modo de configuración de las centralitas: Modo terminal.
- Modo de configuración en el gateway : Modo Network
- Definición de los modos y grupos de marcación: lo cual corresponde al dial- plan a configurar tanto en las centralitas como en los gateways (ruteadores).

Finalmente en la figura 4.8, se observa que con el equipamiento anterior se permite realizar la convergencia de las redes y de esa manera transmitir a la vez voz y datos con los siguientes condicionamientos.

- Posibilidad de realizar una llamada telefónica desde la provincia en la cual se ubica la sucursal 1 a la sucursal 2, sin ser facturada como una llamada de LD.
- Posibilidad de realizar una llamada telefónica desde la provincia en la cual se ubica la sucursal 2 hacia la sucursal 1, sin ser facturada como una llamada de LD, sino local
- Posibilidad de realizar llamadas desde una extensión de la sucursal 1 a una extensión de la sucursal 2, absolutamente gratuita, ya que no es facturada por la PSTN, utilizando como soporte la red privada.

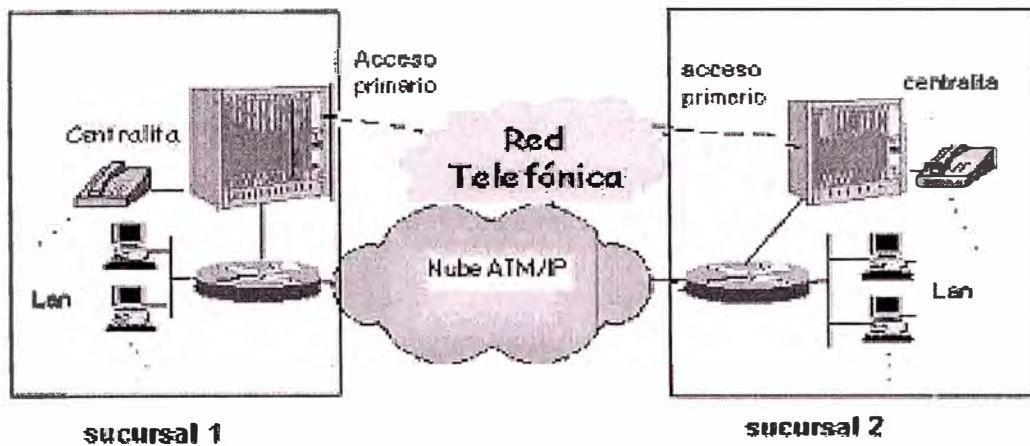


Figura 4.8: Situación final donde se produce la convergencia.

4.6 Consideraciones de dimensionamiento del ancho de Banda de los enlaces

Cuando implementemos la voz en una red de datos, debemos tener presente las siguientes consideraciones de dimensionamiento:

- El ancho de banda consumido por cada canal de voz en la red
- La cantidad de canales por sede
- El ancho de banda requerido por otras aplicaciones en la red

El ancho de banda consumido por cada canal de voz dependerá del tipo de codec utilizado, la eficiencia en la transmisión de los paquetes de voz, del tipo de medio por el que se transporta (en nuestro caso ATM), etc.

La cantidad de canales por sede será determinada después de un análisis de tráfico de llamadas en cada sede, luego de lo cual se obtendrá una relación entre el número de usuarios de la sede y número de canales habilitados, siendo este último mucho menor.

El ancho de banda requerido por las aplicaciones de datos en cada sede es un valor que cada administrador de red debe estimar basado también en un análisis de tráfico de datos en cada sede.

Finalmente, considerando 2 canales de voz por sede y aplicaciones comunes en la red tales como e-mail, http, etc., se puede tomar como ancho de banda en cada sede 128 kbps.

CAPÍTULO V

VENTAJAS DE LA VOZ SOBRE IP

La principal ventaja del uso de la Voz sobre IP es el ahorro de costos. Definitivamente el ahorro que se obtiene al migrar las comunicaciones de voz de una empresa de la Red pública (PSTN) hacia su red de datos (utilizando un ancho de banda extra) es inmediato, lo cual también permite la integración de sus servicios. Además las llamadas de Larga distancia existentes, si se comunican entre sucursales de distintos países, son gratis.

La posibilidad de utilizar nuestra red IP para conectar las centralitas a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, nos permite una flexibilidad en las configuraciones. La estructura abierta del protocolo IP es otra de las ventajas que se pueden mencionar. Al transportarse la voz sobre IP, esto hace posible que la voz no sólo se limite al campo corporativo, sino que pueda extenderse hacia cualquier parte del mundo haciendo uso del Internet (basado en el protocolo IP). Esto abre la posibilidad de nuevas aplicaciones para la voz sobre IP.

La Voz sobre IP tiene como objetivo principal asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento. El VoIP comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación.

CONCLUSIONES

- 1.- La voz sobre IP es una tecnología que brinda comunicaciones de voz a través de redes de datos sin perder las características ni calidad en las llamadas en comparación con la red telefónica pública (PSTN).
- 2.- Los costos que implica la implementación de la voz sobre IP en una Red de datos son casi nulos, ya que se utiliza los equipos propios de la red de datos, así como las típicas centralitas.
- 3.- En una Red Datos que utiliza voz sobre IP se tienen todas las características y facilidades que se tienen en las comunicaciones de voz convencionales. Muchas de estas facilidades son proporcionadas por el estándar efectivo H.323.
- 4.- El consumo de los recursos de red se realiza en función de las necesidades, sin que por lo general, sean reservados siguiendo un criterio de extremos a extremo. Además los precios se forman exclusivamente en función de la tensión competitiva de la oferta y la demanda.
- 5.- Existen distintos escenarios de aplicación de la voz sobre IP en cada modelo diferente de red de datos. La aplicación de cada una dependerá de las características que se deseen lograr, los costos, etc.
- 6.- Finalmente, en cuanto a los factores de calidad de servicio (QoS), la entrega de las señales de voz, video y fax desde un punto a otro no se puede considerar realizada con éxito a menos que la calidad de las señales transmitidas satisfagan al receptor.

Los factores que pueden afectar la calidad son: requerimientos de ancho de banda, funciones de control que incluye reservas de recursos para establecer y mantener la conexión multimedia, latencia o retardo de la fuente al destino, la variación en los tiempos de llegada entre los paquetes y la pérdida de paquetes lo cual podría ser recompensado en el extremo receptor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ITU-T SG16. Recommendation H.323: Packet-based multimedia communications systems. International Telecommunication Union. Sept., 1999. <http://etsi.org/tiphon>
- [2] Jonathan Davidson, Voice over IP Fundamentals, Editorial Cisco Press 2000
- [3] Elliot Lewis, Configuring Cisco Voice Over IP, Editorial Syngress
- [4] Scott Keagy, Integrating Voice and Data Networks, Editorial Cisco Press 2000
- [5] Arora Rakesh, Voice over IP: Protocols and Standards http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/voip_protocols/index.html
- [6] Voice Over IP Signaling
http://www.cisco.com/en/US/partner/products/hw/vcallcon/ps2152/products_getting_started_guide09186a008007e092.html#xtocid0
- [7] Echo Analysis
http://www.cisco.com/en/US/partner/tech/tk652/tk701/technologies_white_paper09186a00800d6b68.shtml