

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTERCONEXIÓN
DE LAS REDES DE VOZ Y DATOS ENTRE LAS OFICINAS DE
EQUANT VENEZUELA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. García L., Juan C.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTERCONEXIÓN DE LAS REDES DE VOZ Y DATOS ENTRE LAS OFICINAS DE EQUANT VENEZUELA

Prof. Guía: Ing. Dan El Montoya

Tutor Industrial: Ing. Ali Garcia

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. García L., Juan C.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 22 de junio de 2006

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller García L. Juan C., titulado:

**“ PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTERCONEXIÓN DE LAS
REDES DE VOZ Y DATOS ENTRE LAS OFICINAS DE EQUANT
VENEZUELA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Freddy Brito
Jurado


Prof. Luis Fernández
Jurado


Prof. Dan EL Montoya
Prof. Guía

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que con su desinteresada y eficaz colaboración hicieron posible la realización del presente trabajo. En especial:

A los Ingenieros Alí García y Dan El Montoya, bajo cuya dirección se ha efectuado este trabajo, por su constante apoyo y asesoramiento en todos los aspectos de la investigación y elaboración de esta Tesis, y más aun por la confianza depositada en mí como persona y como profesional.

A la Dra. María del Carmen López por su disposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus oportunas y convenientes sugerencias durante la redacción de la Tesis.

A mi mamá por su estímulo, apoyo, orientación y confianza, que hizo posible la satisfactoria culminación de esta tesis.

A Claudia León por compartir las angustias y gratificaciones.

A todo el personal de Equant Venezuela, por su colaboración en la realización de este trabajo

A todos Muchas Gracias.

Br. Garcia L., Juan C.

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTERCONEXIÓN DE
LAS REDES DE VOZ Y DATOS ENTRE LAS OFICINAS DE
EQUANT VENEZUELA**

Tutor Académico o Prof. Guía: Dan El Montoya. Tutor Industrial: Ing. Ali García Tesis. Caracas U.C.V Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Electrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones Institución: Equant Venezuela. 2006.

Palabras claves: Redes; Interconexión; Voz sobre IP; Datos.

Resumen. El proyecto tiene como objetivo principal, el diseñar una solución de servicios integrados de comunicación, para la transmisión de voz y datos (enlace + equipos) a ser utilizados por Equant entre sus oficinas, de manera de lograr menores niveles de costo y mayor calidad de servicios. Para cumplir con dicho objetivo se necesito instalar tecnología de última milla en fibra óptica entre las oficinas además de un enrutador en cada oficina. Con la topología utilizada se obtuvo un sistema de comunicaciones de datos y voz más rápido, eficiente y de excelente calidad, a cambio de una inversión mínima y abaratando los costos de la empresa. En tal sentido, Equant pasó de tener unas comunicaciones internas, es decir, entre sus oficinas, costosa e ineficiente, que se apoyaba exclusivamente en el uso de la telefonía local para la comunicación de voz y en el uso de intranet global para el tráfico de datos, a una topología de comunicaciones que le permite la interconexión de sus oficinas, reduciendo los costos de telefonía y el retardo causado en la intranet.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<i>PAGINAS PRELIMINARES</i>	
CONSTANCIA DE APROBACIÓN	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	V
LISTA DE TABLAS, FIGURAS, GRÁFICAS, ILUSTRACIONES Y OTROS	VIII
SIGLAS	X
ACRÓNIMOS	XI
<i>CUERPO DEL TRABAJO</i>	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
PROTOCOLO IP	4
1 Modelo de Referencia OSI	4
2 IP (Internet Protocol)	9
CAPITULO II	
VOZ SOBRE IP	21
1 H.323	21
2 Análisis de Voz sobre IP (VoIP)	23
3 Señalización E&M	40
4 Calidad de Servicio	44
CAPITULO III	
IMPLEMENTACIÓN	51
1 Red Actual	51
2 Diseño de la Nueva Topología	53
3 Metodología	54
CAPITULO IV	

ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
1 Datos	63
2 Voz	64
3 Estudio Económico del Proyecto	68
<i>ELEMENTOS FINALES</i>	
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍAS	72
ANEXOS	74

LISTA DE TABLAS, FIGURAS, GRÁFICAS, ILUSTRACIONES Y OTROS

FIGURAS	Pág.
Modelo de referencia OSI	5
Formatos de dirección Clase A, B y C	13
Subred de una dirección de Clase A	14
Campos de un paquete IP	15
Campos de un paquete TCP	17
Cabecera UDP	19
Elementos H.323	23
Retraso de extremo a extremo	26
Variación del tiempo de llegada de un paquete	27
Eco provocado por el desajuste de la impedancia	34
Detección de actividad de voz	36
Cabecera de RTP	38
E&M Tipo I	41
E&M Tipo II	42
E&M Tipo III	42
E&M Tipo IV	43
E&M Tipo V	44
Topología actual de la red de voz y datos	51
Tarjeta VIC 2E/M	54
Tarjeta WIC-1T	54
Resultado de la prueba de BER	55
Conexión de los enrutadores	58
Cable Cisco V.35 DTE	58
Diagrama de la red después de los cambios realizados	62
Ruta del paquete sin el enlace	63

Ruta del paquete con el enlace	64
Verificación de los canales libres	64
Canales de voz ocupados en el enrutador de la oficina de Credicard	65
Ocupación del enlace sin ninguna llamada activa	66
Dos canales de voz activos	67
Disminución del tráfico debido a dos llamadas	67

TABLAS	Pág.
Descripción de la clases de dirección IP	13
Protocolos utilizados en H.323	22
Puntuación MOS de los códecs ITU-T	32
Señalización E&M	40
Plan de numeración existente	56
Diagrama de conexión entre los enrutadores y la PBX	59
Puntuación otorgada por los empleados	68

SIGLAS

ISO	International Organization for Standardization
OSI	Open System Interconnection
EIA	Electrical Industries Association
TIA	Telecommunications Industry Association
IMTC	International Multimedia Teleconferencing Consortium
IETF	Internet Engineering Task Force
Bs	Bolivares
CADIVI	Comisión de Administración de Divisas

ACRÓNIMOS

ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
ATM	Modo de Transferencia Asíncrona
BER	Bit Error Rate
BGP	Border Gateway Protocol
CAR	Tasa de Acceso Comprimido
CB-WFQ	Class-Based Weighted Fair Queuing
CELP	Code Excited Linear Prediction Compression
CIR	Committed Information Rate
CQ	Custom Queuing
CRTP	Compression Real-Time Transport Protocol
DCE	Data Communications Equipments
DSP	Digital Signal Processing
DTE	Data Terminal Equipments
E&M	Receive and Transmit
EIGRP	Enhanced Interior Gateway
FIFO	First Input First Output
FRTS	Formación de Tráfico Frame Relay
FTP	File Transfer Protocol
GTS	Formación de Tráfico Genérico
IP	Internet Protocol
IS-IS	Intermediary System to Intermediary System
ISO	International Organization for Standardization
LAN	Red de Area Local
LLQ	Low Latency Queuing
LPC	Linear Predictive Coding

MAC	Media Access Control
MCML PPP	Multi-Class Multilink Point-to-Point Protocol
MCU	Multipoint Control Units
MOS	Mean Opinion Score
MP-MLQ	Multipulse Multilevel Quantization
MTU	Maximun Transfer Unit
NPA	Numbering Plan Area
OSI	Open System Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
PBX	Private Branch Exchante
PCM	Modulación por Codificación de Pulsos
POST	Plain Old Telephone Service
PQ	Priority Queuing
PQ-CB-WFQ	Priority Queuing-Class-Based Weighted Fair Queuing
PSQM	Perceptual Speech Quality Measurement
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RSDI	Red Digital de Servicios Integrados
RSVP	Resource Reservation Protocol
RTCP	Real-Time Transport Control Protocol
RTP	Real-Time Transport Protocol
SONET	Red Óptica Sinnocrónica (SONET)
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
UDP	User Datagram Protocol
VAD	Voice Activity Detection
VoIP	Voz sobre IP
WAN	Wide Area Network
WFQ	Weighted Fair Queuing

World Wide Web

WWW

INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado actual, cobra vital importancia la rapidez, la calidad y la eficiencia de la comunicación; por lo que las grandes empresas invierten considerables sumas de dinero en actualizar sus sistemas de información, y en procurarse mecanismos que abaraten sus costos, sin bajar los niveles de calidad y eficiencia.

En efecto, desde que el hombre tiene conciencia de que lo es, comenzó a desarrollar distintos medios de comunicación: códigos de sonidos, conocidos como idiomas o dialectos; el texto escrito como complemento del lenguaje oral; el uso del telégrafo; luego del teléfono; hasta llegar en nuestros días al uso de Internet.

Es por ello, que en esa búsqueda de mecanismos distintos de los medios corrientes o tradicionales de comunicación que ha utilizado el hombre, hoy en día, se ha planteado la necesidad de hacer que esos medios sean más rápidos, eficaces y económicos, para obtener un mayor rendimiento de los recursos en una empresa.

Ante esta situación, se encuentra la sociedad mercantil Equant en sus oficinas ubicadas en la Torre Panalpina, en la ciudad de Caracas, la cual es una empresa francesa con sucursales en 272 países, que se dedica precisamente, al campo de las telecomunicaciones, y que observó que sus comunicaciones internas, es decir, entre sus oficinas, no es óptima ni económica pues se apoya exclusivamente en el uso de la telefonía local para la comunicación de voz y en el uso de intranet global, para el tráfico de datos, pero esa utilización merma los recursos de otras bases de datos, por lo que tampoco es eficiente.

En virtud de lo anterior, se consideró necesario el desarrollo de un proyecto de comunicaciones que permita la interconexión de las oficinas, a fin de reducir los costos de telefonía y disminuir el retardo causado en la intranet de Equant Venezuela, diseñando una topología donde el costo de implementación sea mínimo.

1 Planteamiento del Problema.

En estos momentos la red entre las oficinas de Equant se encuentra independiente, lo que significa un alto costo del servicio telefónico, ya que para realizar una llamada entre las oficinas se tiene que hacer utilizando el proveedor de telefonía local. Con respecto a la parte de datos, los usuarios comparten la intranet, tanto para el tráfico de archivos, como para acceder a las bases de datos corporativas; por ejemplo: el correo electrónico. Esto conlleva a que el acceso a las diferentes bases de datos sea lento.

Por estos motivos se requiere la interconexión de las oficinas, a fin de reducir los costos de telefonía y disminuir el retardo causado en la intranet de Equant Venezuela, diseñando una topología donde el costo de implementación sea mínimo.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General:

El objetivo general de este trabajo de grado es:

Diseñar una solución de servicios integrados de comunicación, para la transmisión de voz y datos (enlace + equipos) a ser utilizados por Equant entre sus oficinas, de manera de lograr menores niveles de costo y mayor calidad de servicios.

2.2 *Objetivos Específicos:*

Los objetivos específicos de este trabajo de grado son:

2.2.1 Verificar los requerimientos tomando en cuenta los siguientes servicios:

- Canales de voz entre las oficinas.
- Velocidad de transferencia de datos.

2.2.2 Proponer la tecnología más adecuada para la implementación de la plataforma, considerando los siguientes aspectos:

- Compatibilidad con los equipos de la planta instalada.
- Compatibilidad con los parámetros de seguridad existentes para la validación.
- Tiempos de implementación y alcance.

2.2.3 Elaborar un estudio económico que determine los costos, el período de recuperación de inversión y los márgenes de ganancia.

CAPITULO I

PROTOCOLO IP

Antes de explicar qué puede hacer IP y de qué manera se pueden ejecutar aplicaciones a través del IP, es necesario familiarizarse con el modelo de referencia OSI (*Open System Interconnetion*) y cómo se aplica a IP.

1 Modelo de Referencia OSI:

La Organización Internacional para la Normalización (ISO, *International Organization for Standardization*) desarrolló el modelo de referencia OSI a principios de los años ochenta, el cual se ha convertido en el estándar para desarrollar protocolos que permiten que las computadoras se comuniquen. Aunque no todos los protocolos siguen este modelo, mucha gente lo utiliza para desarrollar y enseñar nuevos protocolos.

El modelo de referencia OSI fragmenta el problema de la comunicación entre máquinas en siete capas. Cada capa se ocupa sólo de hablar con su correspondiente capa sustituida en la siguiente máquina (véase la Figura 1). Esto significa que la Capa 5 sólo se tiene que preocuparse de hablar con la Capa 5 de la máquina receptora y no sobre cuál puede ser el medio físico real.

Además, cada capa del modelo proporciona servicios a la capa que está por encima de ella (Capa 5 a la Capa 6 y de la Capa 6 a la Capa 7) y solicita determinados servicios de la capa directamente por debajo (5 a 4, 4 a 3, etc.).

Esta propuesta por capas permite que cada una de ellas maneje una pequeña pieza de información, realice cualquier cambio que sea necesario a los datos y agregue las funciones necesarias para esa capa antes de hacer pasar los datos. Los datos dejan de parecerse a datos humanos para parecerse más a datos máquina, conforme van recorriendo el modelo de referencia OSI hasta convertirse en impulsos eléctricos en la capa física. La Figura 1 muestra el modelo de referencia OSI.

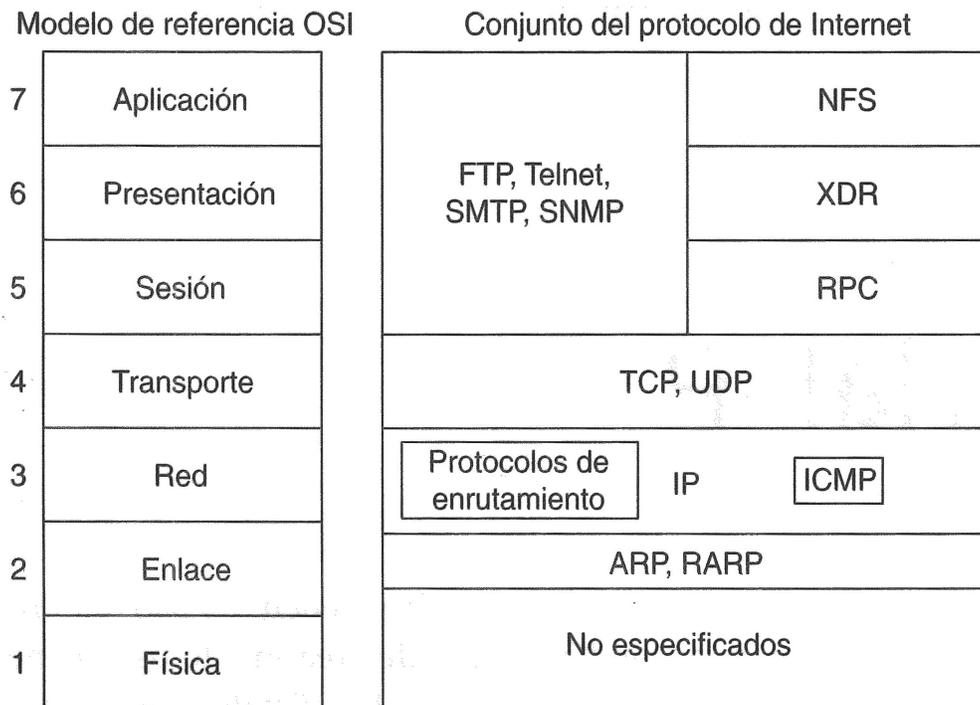


Figura 1 Modelo de referencia OSI

Entender estas capas ayuda a entender cómo funciona el enrutamiento IP y cómo IP es transportado a través de las Capas 1 y 2.

- LA CAPA DE APLICACIÓN

La mayoría de los usuarios están familiarizados con la capa de aplicación. Algunas aplicaciones bien conocidas incluyen:

- Correo Electrónico.
- Navegador Web.
- Procesador de Texto.

- LA CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación garantiza que la información enviada por la capa de aplicación de un sistema es legible por la capa de aplicación del otro sistema. Si fuera necesario, la capa de presentación traduce entre múltiples formatos de datos utilizando un formato la representación de datos común.

La capa de presentación se ocupa no sólo del formato y representación de los datos de usuario, sino también de las estructuras de datos utilizadas por los programas. Por lo tanto además de la transformación de formatos de datos (si fuera necesaria), la capa de presentación negocia la sintaxis de transferencia de datos para la capa de aplicación.

- LA CAPA DE SESIÓN

Como su nombre implica, la capa de sesión establece, administra y termina sesiones entre aplicaciones. Las sesiones consisten en el diálogo entre dos o más entidades de presentación (hay que recordar que la capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación).

La capa de sesión sincroniza los diálogos entre las entidades de la capa de presentación y administra su intercambio de datos. Además de la regulación básica de las conversaciones (sesiones), la capa de sesión ofrece provisiones para la expedición de datos, clase de servicio (a través del uso de los bits de tipo de servicio [ToS]) y

registro de los problemas de la capa sesión, la capa de presentación y la capa de aplicación.

- LA CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte es responsable de asegurar un transporte de datos fiables en una interconexión de redes. Esto se lleva a cabo mediante el control del flujo, la verificación de errores (suma de comprobación), la confirmación de extremo a extremo, la retransmisión y la secuencia de datos.

Algunos protocolos de transporte, como TCP, (*Transmission Control Protocol*), tienen mecanismos para manejar la congestión. El TCP ajusta su temporizador de retransmisión cuando hay congestión o se pierden paquetes dentro de una red TCP rebajando la cantidad de tráfico que envía cuando hay congestión. La congestión viene determinada porque no se reciben acuses de recibo desde el nodo de destino.

- LA CAPA DE RED

La capa de red proporciona la dirección lógica que permite que dos sistemas dispares que se encuentren en redes lógicas diferentes determinen una posible ruta para comunicarse. La capa de red es la capa en la que residen los protocolos de enrutamiento.

En Internet, la dirección IP es el esquema de dirección más utilizado. Los protocolos de enrutamiento, como el Protocolo EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*, o IGRP mejorado), primero la ruta libre más corta (OSPF, *Open Shortest Path First*), Protocolo de *gateway* fronterizo (BGP, *Border Gateway Protocol*), Sistema intermedio-sistema intermedio (IS-IS, *intermediary System to*

Intermediary System), y muchos otros, se utilizan para determinar las rutas óptimas entre dos subredes lógicas.

Los enrutadores tradicionales enrutan los paquetes IP sobre la base de su dirección de la capa de red.

Entre las funciones claves de la capa de red, se incluyen las siguientes.

- Formateo de paquetes, direccionamiento de redes y servidores, resolución de direcciones y enrutamiento.
 - Creación y mantenimiento de tablas de enrutamiento.
- LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

La capa de enlace de datos proporciona un transporte fiable a través de un enlace físico. La capa de enlace tiene su propio esquema de direcciones. Este esquema se ocupa de la conectividad física y puede transportar tramas sobre la base de la dirección de la capa de enlace.

Los *switches* tradicionales Ethernet conmutan el tráfico de la red sobre la base de la dirección de la capa de enlace. Conmutar tráfico sobre la base de la dirección de la Capa 2 se conoce como *bridging* (puentear). De hecho, un *switch* Ethernet no es más que un puente de alta velocidad con múltiples puertos.

- LA CAPA FÍSICA

La capa física se ocupa de crear “unos” y “ceros” en el medio físico con cambios de impulso/voltaje eléctricos. Entre las especificaciones de comunicación comunes de la capa física se encuentran las siguientes:

- EIA/TIA-232. Especificación de la Asociación de Industrias Electrónicas/ Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (*Electrical Industries Association/Telecommunications Industry Association*) utilizada para comunicar dispositivos de computadoras. Se pueden utilizar diferentes conectores; esta interfaz se usa a menudo para conectar computadoras a módems.
- V.35. Mecanismo del sector de la normalización de la ITU, que define la velocidad de señalización desde 19,2 Kbps a 1,544Mbps. Esta interfaz física tiene un conector de 34 pins y es también conocido como un *Winchester Block*.
- RS-499. Utiliza 37 pins y es capaz de ir más allá que el RS-232.

2 IP (*Internet Protocol*):

El Protocolo Internet (IP) en sí mismo es un protocolo sin conexión que reside en la Capa 3, lo que significa que no hay ningún mecanismo de fiabilidad, control de flujo, secuenciación o reconocimiento. Otros protocolos, como el TCP se pueden alojar en la parte superior del IP (Capa 4, sesión) y pueden agregar control de flujo, secuenciación y otras características. Dada la posición de IP en el modelo OSI, no tiene que tratar con problemas de enlace de datos comunes como Ethernet, el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), Frame Relay y Token Ring, o con cuestiones físicas como la Red Óptica Síncrona (SONET), el cobre y la fibra óptica. Esto hace que IP sea virtualmente ubicuo.

El Protocolo IP se puede ejecutar en un casa, oficina o a través de cualquier medio necesario (por ejemplo inalámbrico). Esto no significa que cuando se diseña una red se puedan ignorar las dos capa inferiores. Únicamente significa que son independientes de las aplicaciones que se pongan en IP.

IP es considerado un protocolo de ráfagas, lo que significa que las aplicaciones que residen por encima de IP experimentan largos periodos de silencio, seguidos de la necesidad de una gran porción de ancho de banda. Un buen ejemplo de esto es el correo electrónico. Si se configura el paquete de correo para descargar el correo electrónico cada 20 minutos, existen unos 20 minutos de silencio durante los cuales no se necesita el ancho de banda.

Se puede transmitir un paquete IP de tres maneras distintas: a través de mecanismos de unidifusión, multidifusión o difusión. Estos mecanismos proporcionan los medios para que cada paquete IP sea etiquetado con una dirección de destino siendo cada una de ellas de una manera única. A continuación se explican brevemente estos mecanismos de transmisión:

- Unidifusión: La unidifusión es muy simple porque sólo identifica una dirección específica y únicamente ese nodo envía el paquete a las capas superiores del modelo OSI.
- Difusión: Los paquetes de difusión son enviados a todos los usuarios en una subred local. Las difusiones pueden atravesar puentes y *switch*, pero no son pasadas a través de *routers* (a menos que estén configurados especialmente para hacerlo).
- Multidifusión: Los paquetes de multidifusión utilizan una gama especial de direcciones que permiten a un grupo de usuarios que se encuentran en subredes diferentes recibir el mismo flujo. Esto permite que el remitente envíe sólo un paquete que podrán recibir distintos servidores.

Los paquetes de unidifusión, difusión y multidifusión tienen cada uno un propósito significativo. Los paquetes de unidifusión permiten que dos estaciones se comuniquen una con otra con independencia de su ubicación física. Los paquetes de difusión se utilizan para comunicarse con todo aquél que se encuentre en una subred

simultáneamente. Los paquetes de multidifusión permiten aplicaciones, como la videoconferencia, que tienen un transmisor y varios receptores.

Independientemente del tipo de paquete IP que se utilice, siempre se necesita direccionar la capa de enlace de datos.

2.1 Direcciones de la Capa de Enlace:

Los dos tipos de direcciones comúnmente usadas en las redes LAN son la dirección de la capa de enlace y la dirección de la capa de red. Las direcciones de la capa de enlace de datos, también conocidas como Control de Acceso al Medio (MAC, *Media Access Control*), y las direcciones de la capa física son únicas para cada dispositivo. Por ejemplo, en una red de área local (LAN), cada dispositivo tiene una dirección MAC que lo identifica en la LAN. Esto permite que las computadoras se informen sobre quién está enviando qué mensaje. Si se examina atentamente una trama Ethernet, los 12 primeros bytes son las direcciones MAC de origen y destino.

Si se utiliza un *switch* Ethernet LAN, el tráfico es enrutado a través del *switch* sobre la base de la dirección de la capa de enlace de datos (la dirección MAC). Si se utiliza un repetidor o concentrador, para conectar los dispositivos a la LAN, el paquete es transmitido a todos los puertos, independientemente de la dirección MAC, ya que el concentrador trabaja sobre la base capa física y no sobre la capa de enlace de datos.

A principios de los años noventa, las compañías empezaron a desarrollar *switches* LAN, que eran básicamente una combinación de un concentrador y un puente. El *switch* LAN aprende qué direcciones de la capa 2 están asociadas con cada una de sus interfaces físicas y conmuta el tráfico transmitido sobre la base de la dirección de la capa 2. Si el *switch* no encuentra en su lista una dirección de la capa 2

de destino en su tabla, o si el paquete es de difusión, el mismo es repetido en todos los puertos.

Este cambio en los dispositivos de conmutación permitió a las redes un mejor uso del ancho de banda disponible. Este ahorro en el ancho de banda impidió que paquetes IP innecesarios, sean transmitidos a algún puerto físico donde no resida el dispositivo receptor.

2.2 Direcciones IP:

Existen muchos protocolos de capa de red y cada uno de ellos tiene un esquema de direcciones diferente. La dirección de la capa de red normalmente es jerárquica. Por ejemplo, en las redes PSTN, cada área de plan de numeración (NPA, *Numbering Plan Area*) incluye una región, común prefijo (Nxx) que denota una subregión y un identificador (xxx) de estación que denota el teléfono real.

La dirección de capa de red descansa en la capa 3 del modelo OSI. Esto permite que en un grupo de computadoras reciba direcciones lógicas similares. El direccionamiento lógico es similar a determinar la dirección de una persona mirando su dirección de país, estado, código postal, ciudad y calle.

Los enrutadores transmiten el tráfico sobre la base de la capa 3, o dirección de la capa de red.

El Protocolo IP soporta cinco clases de direcciones: A, B, C, D y E, sólo las clases A, B y C están disponibles para el uso comercial. El primer bit a la izquierda (el bit más significativo) indica la clase de red. La tabla 1 que se presenta a continuación provee información referente a las cinco clases de direcciones existentes.

Tabla 1 Descripción de la clases de dirección IP

Clase de Dirección IP	Formato	Propósito	Bit más Significante	Rango de Direcciones	Nº de Bits en la Red/ en el Host	Máx. Nº de Hosts disponibles
A	N.N.H.H. ¹	Pocas organizaciones grandes	0	1.0.0.0 a 126.0.0.0	7 / 24	16,777,214 ² (2 ²⁴ - 2)
B	N.N.H.H.	Organizaciones de tamaño medio	1, 0	128.1.0.0 a 191.254.0.0	14 / 16	65, 543 (2 ¹⁶ - 2)
C	N.N.H.H.	Organizaciones relativamente pequeñas	1, 1, 0	192.0.1.0 a 223.255.254.0	22 / 8	245 (2 ⁸ - 2)
D	N/A	Grupos Multicast	1, 1, 1, 0	224.0.0.0 a 239.255.255.255	N/A (no para uso comercial)	N/A
E	N/A	Experimental	1, 1, 1, 1	240.0.0.0 a 254.255.255.255	N/A	N/A

¹ N = número de red; H = número de Host

² Una dirección es reservada para la dirección de "broadcast" y otra es reservada para la identificación de la red

Las direcciones IP están escritas en un formato llamado decimal con puntos, por ejemplo, 121.10.3.116. La Figura 2 muestra los formatos de dirección para redes IP de las clases A, B y C. Una manera fácil de entender las clases de direcciones IP es que cuantas más redes se tengan, menos *hosts* puede haber en esa red.

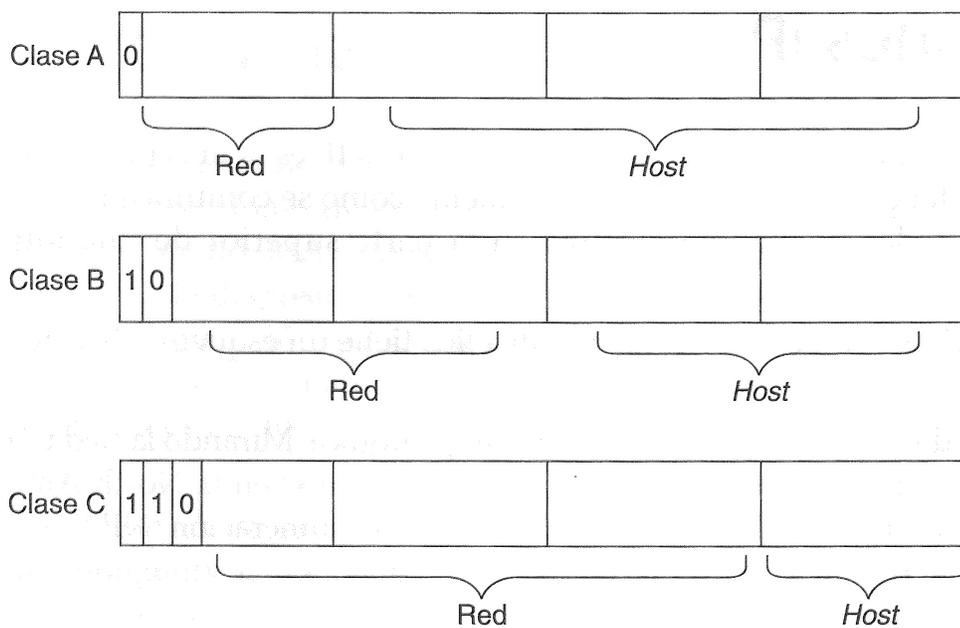


Figura 2 Formatos de dirección Clase A, B y C

Las redes IP también pueden dividirse en pequeñas unidades llamadas subredes. Las subredes proporcionan flexibilidad adicional a los administradores de la red. Imaginemos, por ejemplo, que una red tiene asignada una dirección de Clase B y que todos los nodos de la red conforman un formato de dirección de Clase B. Luego imaginemos que la representación decimal con puntos de la dirección de esta redes 128.10.0.0 (todos los ceros en el campo de *host* de una dirección especifican la totalidad de la red), en lugar de cambiar todas las direcciones a algún otro número de red básico, el administrador puede subdividir la red utilizando las subredes. Puede tomar bits de la parte de *host* de la dirección y utilizarlos como un campo de subred, como se muestra la Figura 3.

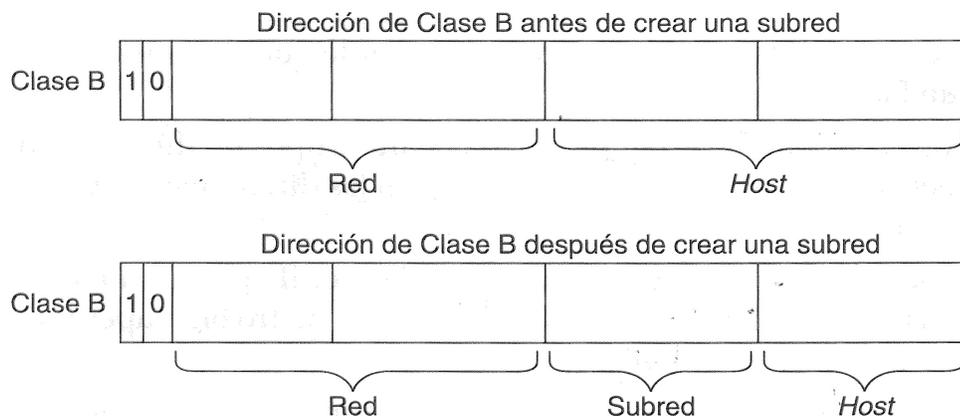


Figura 3 Subred de una dirección de Clase A

2.3 Mecanismos de Transporte IP:

Los mecanismos de transporte sobre IP los llevan a cabo el protocolo TCP o el UDP.

TCP y el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP) tienen funciones distintas según las aplicaciones. Si la transmisión es más importante que el retraso, se

puede utilizar TCP/IP para garantizar la entrega de paquetes. En contraposición UDP/IP no utiliza retransmisión de paquetes lo que puede disminuir la fiabilidad, pero en algunos casos una última retransmisión no es de utilidad y mejora los tiempos de entrega.

Para comparar los protocolos de capa de transporte es necesario entender qué hace un paquete IP. La Figura 4 muestra los campos de un paquete IP.

← 32 Bits →				
Versión	IHL	Tipo de servicio	Longitud total	
Identificación			Indicadores	Compensación de fragmentos
Tiempo de existencia		Protocolo	Suma de comprobación de la cabeza	
Dirección de origen				
Dirección de destino				
Opciones (+relleno)				
Datos (variables)				

Figura 4 Campos de un paquete IP

Los campos del paquete IP se definen de la siguiente manera:

- Versión: Indica si se está utilizando la versión 4 ó 6 de IP.
- Longitud de la cabecera IP (IHL): Indica la longitud del datagrama de la cabecera en palabras de 32 bits.
- Tipo de servicio: Especifica cómo un protocolo de capa superior determinado quiere que se maneje el datagrama actual. Se pueden asignar a los paquetes varios niveles de calidad de servicio (QoS) dependiendo de este campo.
- Longitud total: Especifica la longitud de todo el paquete IP, incluidos los datos y la cabecera en bytes.
- Identificación: Contiene un número entero que identifica al datagrama

actual. Este campo se utiliza para ayudar a unir diferentes fragmentos de un datagrama.

- **Indicadores:** Un campo de 3 bits en el que los 2 bits más bajos controlan la fragmentación. El bit de orden superior no se utiliza en este campo. El primer bit especifica si se puede fragmentar el paquete, el segundo bit especifica si el paquete es el último fragmento de una serie de paquetes fragmentados.
- **Tiempo de existencia:** Mantiene un contador que disminuye gradualmente hasta cero, en cuyo punto se descarta el datagrama. Esto impide que los paquetes entren en un bucle sin fin.
- **Protocolo:** Indica qué protocolo de capa superior está recibiendo los paquetes entrantes después de que se haya completado el proceso IP.
- **Suma de comprobación:** Verifica que la cabecera no está corrompida.
- **Dirección de origen:** La dirección que envía.
- **Dirección de destino:** La dirección que recibe el datagrama.
- **Opciones:** Permite que IP soporte varias opciones, como la seguridad.
- **Datos:** Contiene datos de aplicación, así como información del protocolo de capa superior.

2.3.1 TCP:

TCP proporciona un servicio dúplex completo, reconocido y de flujo controlado a los protocolos de capa superior. Mueve los datos en una corriente de bytes identifica mediante la numeración en secuencia de los paquetes TCP.

Para maximizar el rendimiento o tasa de transferencia, TCP permite que cada estación envíe múltiples paquetes antes de que llegue un acuse de recibo. Cuando el remitente ha recibido un acuse de recibo para un

paquete saliente, el remitente desliza la ventana de paquetes por la corriente de bytes y envía otro paquete. Este mecanismo de control del flujo se conoce como *sliding window* (ventana deslizante).

TCP puede soportar numerosas conversaciones de capa superior simultáneas. Los números de puerto de una cabecera TCP identifican una conversación de capa superior. Muchos puertos TCP bien conocidos están reservados para el Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP, *File Transfer Protocol*), World Wide Web (WWW), Telnet, etc.

Dentro de la porción de señalización de VoIP (Voz sobre IP), TCP se utiliza para asegurar la fiabilidad de la configuración de una llamada. Debido a la manera de operar de TCP, actualmente no es posible utilizar TCP como el mecanismo para transporte de la voz en una llamada VoIP. En VoIP, la pérdida de paquetes es menos importante que la latencia. La Figura 5 muestra los campos de un paquete TCP.

Puerto Origen		Puerto Destino	
Número de Secuencia			
Número de Acuse de Recibo			
Compensación de Datos	Reservado	Indicadores	Ventana
Suma de Comprobación		Señal de Urgencia	
Opciones			Relleno
Datos			

Figura 5 Campos de un paquete TCP

Los campos de un paquete TCP son los siguientes:

- Puerto de origen y puerto destino: Identifican los puntos en los que los

procesos de origen y destino de la capa superior reciben los servicios TCP.

- Número de secuencia: Especifica el número asignado al primer byte de datos en el mensaje actual. En determinadas circunstancias, también se puede utilizar para identificar un número de secuencia inicial que hay que utilizar en la transmisión entrante.
- Número de acuse de recibo: Contiene el número de secuencia del siguiente byte de datos que el remitente del paquete espera recibir.
- Compensación de datos: Indica el número de palabras de 32 bits que hay en la cabecera TCP.
- Reservado: Reservado para utilización futura.
- Indicadores: Transportan información de control variada.
- Ventana: Especifica en tamaño de la ventana de recepción del remitente (es decir, el espacio de búfer disponible para datos entrantes).
- Suma de comprobación: Indica si la cabecera o datos se han estropeado en el transporte.
- Señal de urgencia: Apunta al primer byte de datos urgentes en el paquete.
- Opciones: Especifica varias opciones TCP.

- Datos: Contiene la información de la capa superior.

2.3.2 UDP:

El UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario) es un protocolo más sencillo que TCP y resulta útil en situaciones en las que los mecanismos de fiabilidad de TCP son innecesarios. UDP es un protocolo sin conexión y tiene una cabecera más pequeña, lo que conlleva un costo adicional mínimo.

Puerto Origen	Puerto Destino
Longitud	Suma de Comprobación

Figura 6 Cabecera UDP

La cabecera UDP sólo tiene cuatro campos: puerto de origen, puerto de destino, longitud y suma de comprobación UDP. Los campos de puerto de origen y destino realizan la misma función que la cabecera TCP. El campo de longitud especifica la longitud de la cabecera y los datos de UDP, y el campo de suma de verificación permite la comprobación de la integridad del paquete. La suma de verificación UDP es opcional.

UDP se utiliza en VoIP para transportar el tráfico de voz en tiempo real (los canales portadores). TCP no se utiliza porque no se necesita ni el control del flujo ni la retransmisión de paquetes de audio de voz. Como se utiliza UDP para transportar el audio, éste continúa transmitiéndose, independientemente de pérdidas de paquetes.

Si se utilizara TCP para VoIP, la latencia debido a la espera de los acuses

de recibo y retransmisiones haría que la calidad de la voz fuera inaceptable. En VoIP y otras aplicaciones en tiempo real, controlar la latencia es más importante que asegurar la entrega fiable de cada paquete.

TCP se utiliza, por otra parte, para configurar llamadas en la mayoría de los protocolos de señalización VoIP.

CAPITULO II

VOZ SOBRE IP

Es innegable el crecimiento de las aplicaciones soportadas sobre el protocolo IP en los ámbitos empresariales y domésticos. La aparición del estándar VoIP es un ejemplo de esto. El desarrollo de VoIP junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal), claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el despegue de las tecnologías de telefonía.

A finales de 1997 el VoIP forum del IMTC (*International Multimedia Teleconferencing Consortium*) llegó a un acuerdo que permite la interoperabilidad de los distintos elementos que pueden integrarse en una red VoIP. Debido a la existencia del estándar H.323 del ITU-T, que cubría la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que el H.323 fuera la base del VoIP. De este modo, el VoIP debe considerarse como una clarificación del H.323. En caso de conflicto, y a fin de evitar divergencias entre los estándares, se decidió que H.323 tendría prioridad sobre el VoIP. El VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional.

1 H.323

H.323 es una recomendación de la ITU-T para transmitir audio, vídeo y datos a través de una red de Protocolo Internet (IP), incluida la propia Internet. Cuando son compatibles con H.323, los productos y aplicaciones de los fabricantes

pueden comunicarse e interoperar unos con otros. El estándar H.323 dirige la señalización y control de llamadas, transporte y control multimedia y control de ancho de banda para conferencias punto a punto y multipunto. La serie H de las recomendaciones también especifica el H.320 para la Red Digital de Servicios Integrados (RSDI) y el H.324 para el Servicio Telefónico Analógico Convencional (POTS, *Plain Old Telephone Service*) como mecanismo de transporte.

El estándar H.323 está constituido por una serie de componentes y protocolos en la siguiente tabla:

Tabla 2 Protocolos utilizados en H.323

<i>FUNCIÓN</i>	<i>PROTOCOLO</i>
Señalización de Llamadas	H.225
Control de Medios	H.245
Códecs de Audio	G.711, G.722, G.723, G.728, G.729
Códecs de Video	H.261, H.263
Compartir Datos	T.120
Transporte de Medios	RTP/RTCP

1.1 Elementos H.323

La Figura 7 ilustra los elementos de un sistema H.323. Estos elementos incluyen terminales, *gateways*, *gatekeepers* y unidades de control multipunto (MCU, *Multipoint Control Units*).

Los terminales, a los que a menudo se hace referente como puntos finales, proporcionan conferencias punto a punto y punto a multipunto para audio y, de manera opcional, video y datos. Los *gateways* interconectan la Red Pública de

Telefonía Conmutada (PSTN) o la red ISDN (RDSI) al punto final de H.323. Los *gatekeepers* proporcionan el control de admisión y servicio de traducción de direcciones para terminales o *gateways*. Las MCU son dispositivos que permiten que dos o más terminales o *gateways* realicen conferencias con sesiones de audio y/o video.

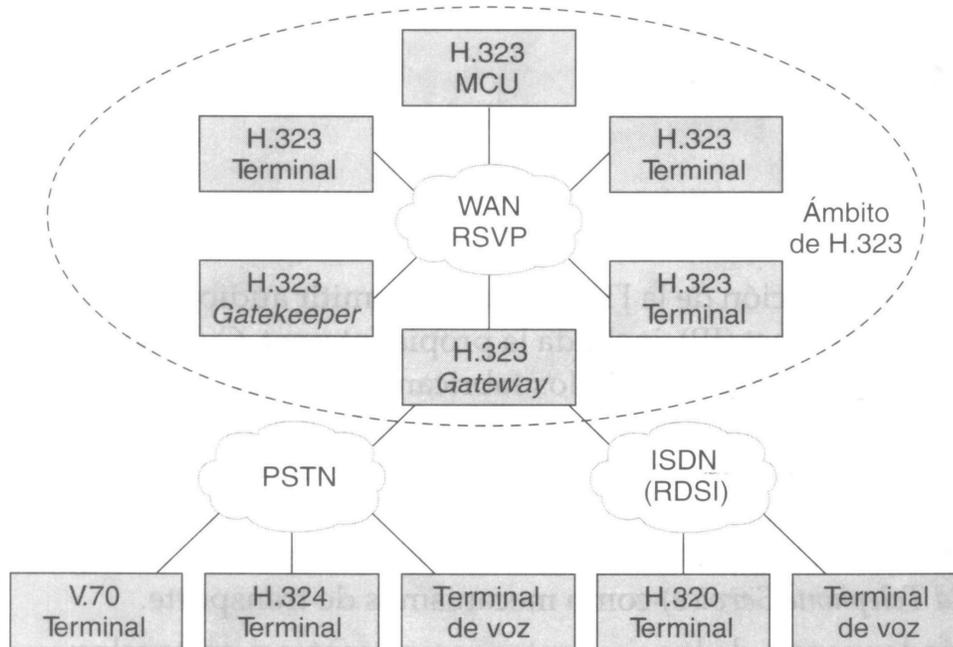


Figura 7 Elementos H.323

2 Análisis de Voz sobre IP (VoIP)

Para crear un diseño de red apropiado, es importante conocer todos los problemas y funcionamientos de los equipos dentro de una red. En una red VoIP existen factores adicionales, en comparación con las redes PSTN, que afectan su funcionamiento. Dentro de estos factores tenemos los siguientes:

- Retraso/Latencia.

- Fluctuación de Fase (Jitter).
- Muestreo digital.
- Compresión de Voz.
- Eco.
- Pérdida de Paquetes.
- Detección de actividad de voz.
- Conversión digital a analógico.
- Protocolos de Transporte
- Diseño de plan de numeración.

2.1 Retraso/Latencia

El retraso o latencia en VoIP se caracteriza por el tiempo en que tarda la voz en salir de la boca del que está hablando y en llegar al oído del que está escuchando. Existen dos tipos de retraso que son inherentes a las redes de telefonía actuales: retraso de propagación y retraso de manejo.

2.1.1 Retraso de Propagación:

El retraso de propagación es causado por la velocidad de la luz en la fibra óptica o en las redes basadas en cobre. La luz viaja a través del vacío a

una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo y los electrones viajan a través del cobre o de la fibra óptica a unos 200.000 kilómetros por segundo. Una red de fibra óptica alrededor del mundo (21.000 kilómetros) induce un retraso que es casi imperceptible al oído humano. El retraso de propagación, junto con los retrasos de manejo, pueden provocar una degradación apreciable de la voz.

2.1.2 Retraso de Manejo:

El retraso de manejo, también llamado retraso de procesamiento, define muchas causas diferentes de retraso (empaquetado, compresión y *switching* de paquetes) y está causado por dispositivos que transmiten la trama a través de la red. Los dispositivos que envían la trama a través de la red provocan un retraso de manejo. Los retrasos de manejo pueden tener impacto en las redes telefónicas, pero esos retrasos son un problema mayor en los entornos de paquetes. Con la recomendación G.729 de la ITU-T se introduce un retardo de 10ms por cada muestra de voz. Los fabricantes pueden decidir cuántas muestra de voz quieren enviar en un paquete. Cada incremento en las muestras por trama aumenta el retraso en 10ms.

2.1.3 Retraso en la gestión de colas:

Una red basada en paquetes sufre retraso por otras razones. Dos de estas razones son el tiempo que se necesita para mover un paquete hasta la cola de salida (*switching* de paquetes) y el retraso de la gestión de cola.

Cuando los paquetes se guardan en una cola debido a la congestión de una interfaz de salida, el resultado es un retraso en la gestión de colas.

Este tipo de retraso ocurre cuando se envían más paquetes que los que la interfaz puede manejar en un intervalo de tiempo dado.

El retraso en la gestión de colas de la cola de salida es otra causa de retraso. Este retraso debe estar por debajo de 10 ms siempre que se pueda, utilizando cualquier método de gestión de colas que sea óptimo para la red.

La recomendación G.114 de la ITU-T especifica que para una buena calidad de voz no debe darse un retraso mayor de 150 ms de una vía, de extremo a extremo, como muestra la Figura 8.

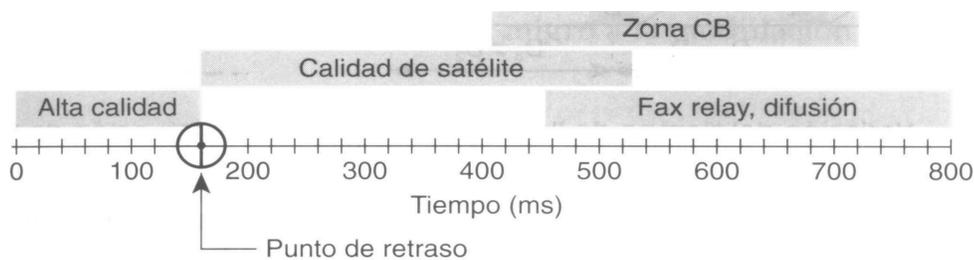


Figura 8 Retraso de extremo a extremo

En una red no administrada y congestionada, el retraso en la gestión de colas puede agregar más de dos segundos de retraso (o provocar que el paquete se pierda). Este largo periodo de retraso es inaceptable en casi todas las redes de voz. El retraso en la gestión de colas es sólo un componente del retraso de extremo a extremo. El retraso de extremo a extremo también se ve afectado por la fluctuación de fase (*jitter*).

2.2 Fluctuación de fase (*Jitter*):

Dicho de manera sencilla, la fluctuación de fase (*jitter*) es la variación del

tiempo de llegada de un paquete. La fluctuación de fase es un problema que existe sólo en las redes basadas en paquetes. Cuando está en un entorno de voz por paquetes, el remitente espera transmitir de forma fiable paquetes de voz en un intervalo regular (por ejemplo, enviar una trama cada 20 ms, véase la Figura 9). Esos paquetes de voz se pueden retrasar por toda la red de paquetes y no llegar con el mismo intervalo de tiempo regular a la estación receptora (por ejemplo, puede que no sean recibidos cada 20 ms). La diferencia entre cuándo se espera recibir el paquete y cuándo se recibe en realidad es lo que se llama la fluctuación de fase o *jitter*.

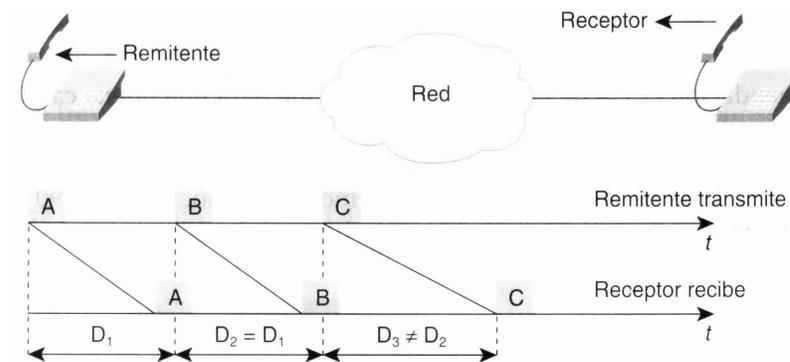


Figura 9 Variación del tiempo de llegada de un paquete

En la Figura 9 se puede ver que el tiempo que se tarda en enviar y recibir los paquetes A y B es el mismo ($D_1=D_2$). El paquete C tiene un retraso en la red y se recibe después de la hora a la que se le esperaba. Es por lo que es necesario un búfer de fluctuación de fase que oculte el retraso.

Es importante resaltar que la fluctuación de fase y el retraso total no es la misma cosa, a pesar de que tener muchas fluctuaciones de fase en una red de paquetes puede incrementar el retraso total en la red. Esto se debe a que cuanto más fluctuación de fase haya, más necesitará ser compensado el búfer de fluctuación de fase por la impredecible naturaleza de la red de paquetes.

Si la red de datos está bien constituida y se toman todas las precauciones apropiadas, la fluctuación de fase es normalmente un problema menor y el búfer de fluctuación de fase no contribuye significativamente al retraso total de extremo a extremo.

2.4 Muestreo Digital:

2.4.1 Modulación por Codificación de Pulsos (PCM):

Aunque la comunicación analógica es ideal para la comunicación humana, la transmisión analógica no es robusta ni eficaz para recuperarse del ruido de línea. En los principios de la red de telefonía, cuando la transmisión analógica fue pasada a través de los amplificadores para aumentar la señal, estaba no sólo la voz amplificada sino también el ruido de línea. Este ruido resultaba en una conexión que a menudo era inutilizable.

Es mucho más fácil que las muestras digitales, que están formadas por bits 1 y 0, no sean alterados por el ruido de línea. Por lo tanto, cuando se transforman las señales analógicas en muestras digitales, se mantiene un sonido limpio. Cuando las ventajas de esta representación digital llegaron a ser evidentes, la red de la telefonía migró a la modulación por codificación de pulsos (PCM).

La modulación PCM convierte el sonido analógico en formas digitales muestreando a 8.000 veces por segundo, y convirtiendo cada muestra, en un código numérico. El teorema Nyquist afirma que si se muestrea una señal analógica a una velocidad dos veces superior a la frecuencia de interés más alta, se puede reconstruir la señal original de manera exacta

en su forma análoga. Como la mayoría del contenido de voz está por debajo de 4.000 Hz (4 kHz), se requiere una velocidad de muestreo de 8.000 veces por segundo (125 ms entre muestras).

2.5 Compresión de Voz:

Se utilizan dos variaciones básicas de PCM de 64Kbps: La ley μ y la ley a. Los métodos se parecen en que ambos utilizan compresión logarítmica para alcanzar de 12 a 13 bits de calidad PCM lineal en 8 bits, pero se diferencian en detalles de compresión relativamente menores (la ley μ tiene una ligera ventaja en la capa baja, mayor rendimiento en la relación señal a ruido). Su utilización está limitada históricamente a países y regiones fronterizas. En América del Norte se utiliza la ley μ y en Europa la ley a. Es importante tomar nota de que cuando se realiza una llamada de larga distancia, cualquier conversación que requiere un cambio de ley μ a ley a es responsabilidad del país de la ley μ .

Otro método de compresión utilizado a menudo es la modulación por impulso de codificación diferencial y adaptable (ADPCM, *Adaptive Differential Pulse Code Modulation*). Un ejemplo de utilización común de la ADPCM es la norma ITU-T G.726, que codifica utilizando muestras de 4 bits, lo que da una velocidad de transmisión de 32 Kbps. A diferencia de la PCM, los 4 bits no codifican directamente la amplitud de la voz, sino que codifican las diferencias de la amplitud, así como la velocidad de cambio de esa amplitud, empleando alguna predicción lineal rudimentaria.

PCM y ADPCM son ejemplos de codificación de formas de ondas, son técnicas de compresión que explotan las características redundantes de la forma de ondas. En los últimos 15 años se han desarrollado nuevas técnicas que llevan más allá el conocimiento de las características de la generación de voz. Estas técnicas emplean procedimientos de procesamiento de señales que comprimen la voz enviando sólo

información paramétrica simplificada sobre la vibración y modulación de la voz original, necesitando menor ancho de banda para transmitir esa información.

Estas técnicas se pueden agrupar generalmente como *códecs de origen*, e incluyen variaciones como la codificación como predicción lineal (LPC, *Linear Predictive Coding*), la compresión de predicción lineal como excitación por código (CELP, *Code Excited Linear Prediction Compression*) y la MP-MLQ (*Multipulse, Multilevel Quantization*).

2.5.1 Normas de Codificación de Voz:

La ITU-T normaliza los esquemas de codificación CELP, MP-MLQ PCM y ADPCM es sus recomendaciones de la serie G. Entre los estándares de codificación más populares para la telefonía y voz por paquetes se incluyen:

- G.711: Describe la técnica de codificación de voz PCM de 64 Kbps. La voz codificada con G.711 está en un formato correcto para la entrega de voz digital en la red de telefonía pública o a través de intercambio privado de ramas (PBX).
- G.726: Describe la codificación de ADPCM a 40, 32, 24 y 16 Kbps; también se puede intercambiar voz ADPCM entre voz por paquetes y telefonía pública o redes PBX, suponiendo que estas últimas tienen la capacidad ADPCM.
- G.728: Describe una variación de bajo retraso de 16 Kbps de una compresión de voz CELP.

- G.729: Describe la compresión CELP que permite que la voz sea codificada en corrientes de 8 Kbps; dos variaciones de este estándar (G.729 y G.729 Anexo A) difieren ampliamente en cuanto a complejidad de computación, y ambas proporcionan generalmente una calidad de voz tan buena como la ADPCM de 32 Kbps.
- G.723.1: Describe una técnica de compresión que se puede utilizar para comprimir voz u otros componentes de señales de audio de servicios multimedia a una baja velocidad de bit, como parte de la familia de estándares H.324. Dos velocidades de bit están asociadas con este codificador: 5.3 y 6.3 Kbps. La velocidad de bit más alta se basa en la tecnología MP-MLQ y proporciona una mayor calidad. La velocidad de bits más baja se basa en CELP y proporciona buena calidad, y permite que los diseñadores del sistema tenga flexibilidad adicional.

2.5.2 Mean Opinion Score (MOS):

Hay dos formas de probar la calidad de la voz: subjetiva y objetivamente. Los humanos realizan pruebas de calidad de voz subjetivas, mientras que las computadoras realizan pruebas de voz objetivas.

Los códecs se han desarrollado sobre la base de medidas subjetivas de calidad de voz. Las medidas estándar de calidad objetiva, como una total distorsión armónica y relaciones señal a ruido no se corresponden muy bien con una percepción de calidad de voz humana, lo que al final es la meta de la mayoría de las técnicas de compresión de voz.

Una referencia subjetiva común para cuantificar el rendimiento del códec

(codificador-decodificador) de voz es lo que se llama la nota media de opinión (MOS, *Mean Opinion Score*). Las pruebas de MOS se dan a un grupo de oyentes. Como la calidad de voz y sonido es subjetiva para los oyentes en general, es importante obtener una amplia gama de oyentes y materia de prueba cuando se realiza una prueba MOS. Los oyentes otorgan a cada muestra de material de prueba de voz una puntuación entre 1 (malo) y 5 (excelente). Se saca luego una media para obtener la puntuación media de la opinión.

La comprobación MOS se utiliza también para comparar cómo funciona un códec determinada bajo circunstancias distintas, incluidos diferentes niveles de ruidos de fondo, múltiples codificaciones y decodificaciones, etc. Se pueden luego utilizar estos datos para comparar con otros códecs. La puntuación MOS para varios códecs ITU-T aparece en la Tabla 3. Esta tabla muestra la relación entre varios codificadores de baja velocidad de bit y estándares PCM.

Tabla 3 Puntuación MOS de los códecs ITU-T

<i>Método de Comprensión</i>	<i>Velocidad de Bit (Kbps)</i>	<i>Tamaño de Muestra (ms)</i>	<i>Puntuación MOS</i>
G.711 PCM	64	0,125	4,10
G.726 ADPCM	32	0,125	3,85
G.728 Predicción lineal con excitación por código bajo retraso (LD-CELP).	15	0,625	3,61
G.728 Predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada (CS-ACELP)	8	10	3,92
G.729a CS-ACELP	8	10	3,70
G.723.1 MP-MLQ	6,3	30	3,90
G.723.1 ACELP	5,3	30	3,65

2.5.3 Medición de la calidad de voz según la percepción:

Aunque la puntuación MOS es un método subjetivo para determinar la calidad de la voz, no es el único método para hacerlo. La ITU-T en la recomendación P.861, cubre las maneras con las que se puede determinar objetivamente la calidad de voz utilizando la Medición de la calidad de voz según la percepción (PSQM, *Perceptual Speech Quality Measurement*).

PSQM tiene muchos inconvenientes cuando se utiliza con códecs de voz. Uno de estos inconvenientes es que lo que la “máquina” o PSQM oye no es lo que percibe el oído humano. En otros términos, una persona puede engañar al oído humano al percibir una voz de mayor calidad, pero una computadora no puede. PSQM fue desarrollado para “oír” deterioros provocados por la compresión y descompresión y no por la pérdida de paquetes o la fluctuación de fase.

2.6 Eco:

Oír la propia voz en el auricular mientras se está hablando es común y tranquilizador para la persona que está hablando. Oír la propia voz después de un retraso de unos 25 ms puede provocar interrupciones y romper la cadencia de la conversación.

En una red voz tradicional, el eco está normalmente provocado por un desajuste en la impedancia de la conversión del *switch* de red de cuatro cables al bucle local de dos cables (como muestra la Figura 10). En la Red pública de telefonía conmutada (PSTN), el eco está regulado con canceladores de eco y un firme control sobre desajustes de la impedancia en los puntos de reflexión común, como muestra la

Figura 10.

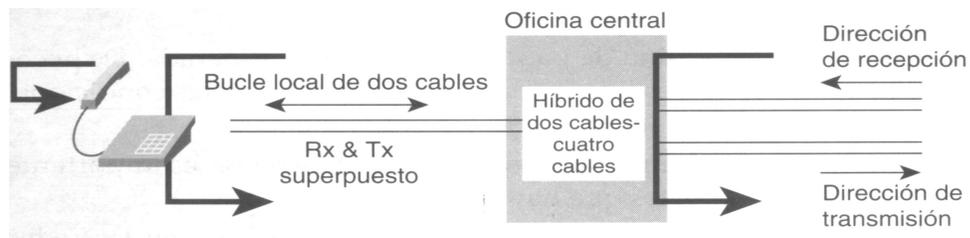


Figura 10 Eco provocado por el desajuste de la impedancia

El eco tiene dos inconvenientes: puede ser alto y puede ser largo. Cuando más alto y largo es el eco, más incómodo resultará.

En las actuales redes basadas en paquetes, se pueden construir canceladores de eco en códecs de velocidad de transmisión baja y hacerlos funcionar en cada DSP. En las implementaciones de algunos fabricantes, la cancelación del eco se hace en el software.

2.7 Pérdida de Paquetes:

En las redes de datos, la pérdida de paquetes es común y esperada. De hecho, muchos protocolos de datos utilizan la pérdida de paquetes para conocer las condiciones de la red y poder reducir el número de paquetes que están enviando.

Cuando se genera un tráfico muy intenso en las redes de datos, es importante controlar la cantidad de pérdida de paquetes que hay en esa red.

Cuando se genera voz en redes de datos, es importante construir una red que transporte con éxito la voz de manera fiable y oportuna. Resulta de gran ayuda poder utilizar un mecanismo para hacer que la voz sea resistente a la pérdida periódica de

paquetes.

2.8 Detección de la Activación de Voz:

En conversaciones normales, alguien habla y alguien escucha. La red actual contiene canales bidireccionales, de 64.000 bits por segundo (bps), con independencia de si alguien está hablando o no. Esto significa que en una conversación normal se pierde, por lo menos, el 50% del total del ancho de banda. En realidad, la cantidad de ancho de banda que se pierde puede ser mayor si se toma un muestreo estadístico de las interrupciones y pausas de los patrones normales de voz de una persona.

Al utilizar VoIP, se puede utilizar este ancho de banda “perdido” para otros propósitos cuando está habilitada la detección de activación de voz (VAD, *Voice Activity Detection*). Como se muestra en la Figura 11, La VAD funciona detectando la magnitud de la voz en decibelios (dB) y decidiendo cuándo debe dejar la voz de ser tramada.

Normalmente, cuando la VAD detecta una disminución de la amplitud de la voz, espera un tiempo determinado antes de dejar de poner tramas de voz en paquetes. Este tiempo determinado se conoce como *hangover* y suele ser de 200 ms.

Con todas las tecnologías se hacen concesiones. La VAD padece determinados problemas inherentes a la hora de determinar cuándo finaliza y empieza la voz y a la hora de distinguir la voz de un ruido de fondo. Esto significa que si se está en un espacio ruidoso, la VAD es incapaz de distinguir entre la voz y el ruido de fondo. Esto se conoce también como el umbral de la relación señal a ruido (hace referencia a la voz y al ruido de fondo, véase la Figura 11). En determinadas situaciones, la VAD se inhabilita a sí misma al principio de la llamada.

Otro problema inherente con la VAD es detectar cuándo empieza la voz. Normalmente, el principio de una frase es cortada o recortada (véase la Figura 11). Este fenómeno se conoce como recorte de voz frontal (*front-end speech clipping*). Normalmente, la persona que está oyendo la voz no se da cuenta del recorte de voz frontal.

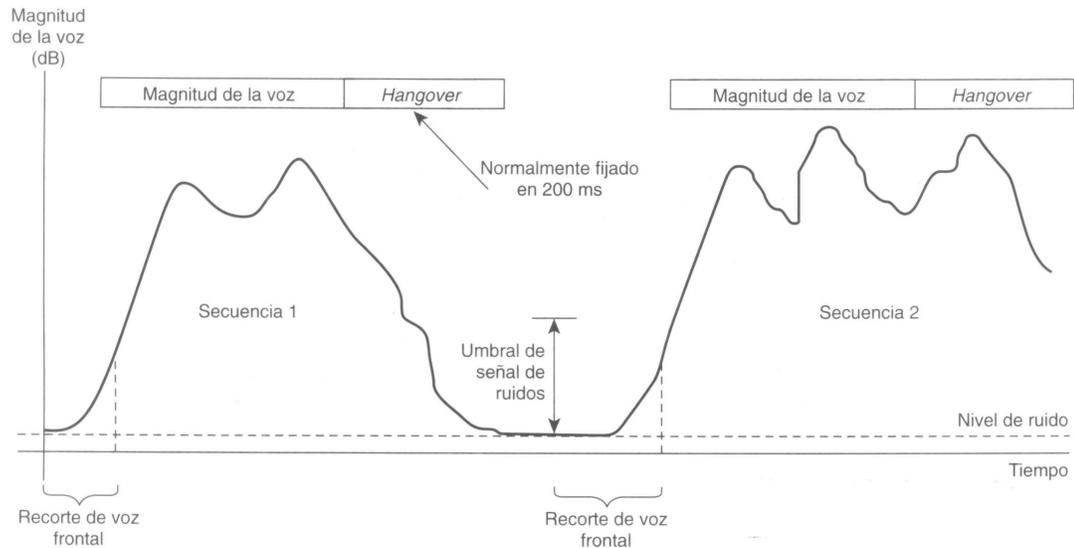


Figura 11 Detección de actividad de voz

2.9 Conversión Digital a Analógico:

Los problemas de conversión de digital a analógico (D/A) abundan también en las redes de telefonía. A pesar de que todas las redes de *backbone* telefónico en los países de primer mundo son digitales, a veces ocurren conversiones D/A múltiples.

Cada vez que una señal pasa de digital a analógico o viceversa, la voz o la forma de onda es menos “verdadera”. Aunque las redes de telefonía actuales pueden manejar por lo menos siete conversiones D/A antes de que la calidad de voz se vea afectada, la palabra comprimida es menos robusta debido a esas conversiones.

Es importante tomar nota de que la conversión D/A debe estar estrictamente administrada en un entorno de voz comprimido. Cuando se utiliza G.729, sólo dos conversiones de D/A hacen que la puntuación MOS disminuya rápidamente. La única manera de administrar la conversión D/A es tener los entornos VoIP de diseño que utilizó el diseñador de la red, con el menor número posibles de conversores D/A.

A pesar de que las conversiones D/A afectan a todas las redes de voz, las redes VoIP que utilizan un códec PCM (G.711) son tan resistentes a los problemas causados por las conversiones D/A como las redes telefónicas actuales.

2.10 Protocolo de Transporte:

Por el protocolo IP se desplazan básicamente dos tipos de tráfico: el Protocolo de datagrama de usuario (UDP) y el Protocolo para control de la transmisión (TCP). En general, se utiliza TCP cuando se necesita una conexión fiable y UDP cuando se necesita simplicidad y la fiabilidad no es la principal preocupación.

Debido a la naturaleza sensible al tiempo del tráfico de voz, UDP/IP fue la elección lógica para transportar la voz. Sin embargo, se necesitaba más información en una base paquete de la que ofrecía UDP. Por tanto, para el tráfico en tiempo real o sensible al retraso, el Internet Engineering Task Force (IETF) adoptó el RTP. VoIP circula en la parte superior del RTP, que circula a su vez en la parte superior del UDP. Por tanto, VoIP es transportado con una cabecera de paquete RTP/UDP/IP.

2.10.1 RTP:

El RTP es el protocolo estándar para transmitir tráfico sensible al retraso por las redes basadas en paquetes. RTP recorre la parte superior del UDP e IP. RTP da a las estaciones receptoras información que no está en las

corrientes UDP/IP sin conexión. Como muestra la Figura 12, dos bits de información importantes son la información sobre la secuencia y la marca de temporización. RTP utiliza la información de secuencia para determinar si los paquetes están llegando en orden y utiliza la información de marca de temporización para determinar el tiempo de llegada entre paquetes (fluctuación de fase).

Se puede utilizar RTP para servicios interactivos como la telefonía por Internet. RTP (consulte la Figura 12) consta de una parte de datos y una parte de control, esta última llamada Protocolo de Control RTP (RTCP).

Versión	IHL	Tipo de servicio	Longitud total			
Identificación			Indicaciones	Compensación de fragmentos		
Tiempo de existencia		Protocolo	Suma de verificación de la cabecera			
Dirección de origen						
Dirección de destino						
Opciones					Relleno	
Puerto de origen				Puerto de destino		
Longitud				Suma de verificación		
V=2	P	X	CC	M	PT	Número de secuencia
Marca para la temporización						
Identificador de origen de sincronización (SSRO)						

Figura 12 Cabecera de RTP

La parte de datos de RTP es un protocolo limitado que proporciona soporte para aplicaciones con propiedades de tiempo real, como medios continuos (audio y vídeo), incluida la reconstrucción de la temporización, la detección de pérdidas y la identificación de contenidos.

RTCP proporciona soporte para conferencias en tiempo real de grupos de cualquier tamaño dentro de Internet. Este soporte incluye la

identificación de la fuente y el soporte para *gateways*, como puentes de audio y vídeo, así como traductores de multidifusión a unidifusión. También ofrece un reaprovechamiento de la calidad de servicio desde los receptores hasta el grupo de multidifusión, y el soporte para la sincronización de diferentes corrientes de medios.

La utilización de RTP es importante para el tráfico en tiempo real, pero existente algunos inconvenientes. Las cabeceras IP/RTP/UDP tienen 20, 8 y 12 bytes, respectivamente. Esto se agrega a una cabecera de 40 bytes que es dos veces más grande que la carga útil cuando se utiliza G.729 con dos muestras de voz (20 ms).

Se puede comprimir esta gran cabecera a 2 ó 4 bytes utilizando la Compresión de cabecera de RTP (*CRTP, Header Compression*).

2.11 *Diseño del Plan de numeración:*

Una de las áreas que provocan las mayores dificultades cuando se diseña un proyecto para tráfico de voz, es el plan de numeración. Las razones pueden deberse a los complejos problemas que existen para integrar redes dispares. Muchas de esas redes no fueron diseñadas para la integración.

Un buen ejemplo de datos sobre la unión de redes dispares es cuando se fusionan dos empresas. En un caso así, las redes de datos de la compañía (direccionamiento IP, ordenación de las aplicaciones e inventario de bases de datos) deben unirse. Es muy improbable que ambas compañías utilicen la misma metodología cuando implementaron sus redes de datos, por lo que podrán surgir problemas.

Los mismos problemas pueden ocurrir en las redes telefónicas. Si dos compañías se fusionan, sus sistemas telefónicos (correo de voz, facturación, características suplementarias y dirección del plan de numeración) pueden ser incompatibles unos con otros.

3 Señalización E&M

E&M (recEvie y transMit) es una técnica de señalización de enlace troncal común utilizada en los *switches* telefónicos y PBX. Los enlaces troncales de señalización y voz en E&M están separados. En E&M, la voz se transmite a través de circuitos de dos o cuatro cables, con seis métodos de señalización. Con esta técnica se dedican dos cables, uno llamado “E” y el otro “M”. Se hace referencia a los métodos de señalización E&M como Tipos I, II, III, IV y V; también son conocidos como el estándar SSDC5 de la British Telecom (BT).

Las condiciones de los cables de E&M para los estados *on-hook* y *off-hook* de los Tipos I a V se resumen en la Tabla 4

Tabla 4 Señalización E&M

Tipo	Cable M		Cable E		
	<i>Off-hook</i>		<i>On-hook</i>	<i>Off-hook</i>	<i>On-hook</i>
I	Batería		Tierra	Tierra	Abierto
II	Batería		Abierto	Tierra	Abierto
III	Bucle actual		Tierra	Tierra	Abierto
IV	Tierra		Abierto	Tierra	Abierto
V	Tierra		Abierto	Tierra	Abierto

3.1 Tipo I

Con la interfaz Tipo I, el equipo troncal genera la señal E al PBX conectando

con tierra el cable E (como muestra la Figura 13). La PBX detecta la señal E al sentir el incremento de la corriente a través de una carga resistiva. De manera similar, la PBX genera la señal M provocando corriente en el equipo troncal, que la detecta mediante una carga resistiva. Los números 7, 2, 6 y 3 se utilizan en un conector Rj-48c.

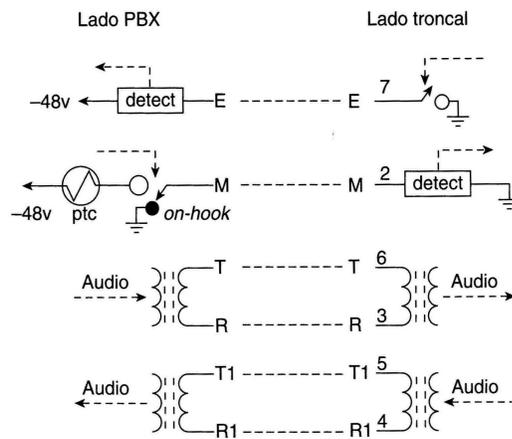


Figura 13 E&M Tipo I

3.2 Tipo II

El Tipo II de E&M tiene dos cables adicionales sobre el Tipo I: *signal battery* (SB) y *signal ground* (SG). En este método, el cable E está emparejado con el cable SG y el cable M está emparejado con el cable SB. Una situación *on-hook* (colgado) en el extremo PBX se indica cuando los cables E y M están abiertos. De manera alternativa, una situación *off-hook* (desconectado) es indicada cuando el cable E está en tierra y el cable M está proporcionando corriente (véase la Figura 14).

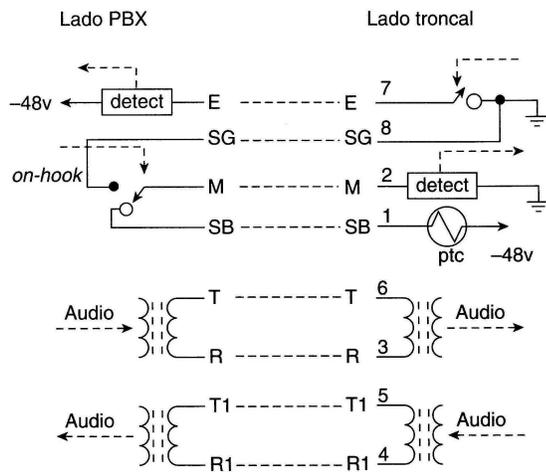


Figura 14 E&M Tipo II

3.3 Tipo III

E&M Tipo III se utiliza en los centros de *switching* de las viejas compañías telefónicas. La Figura 15 muestra la configuración del Tipo III.

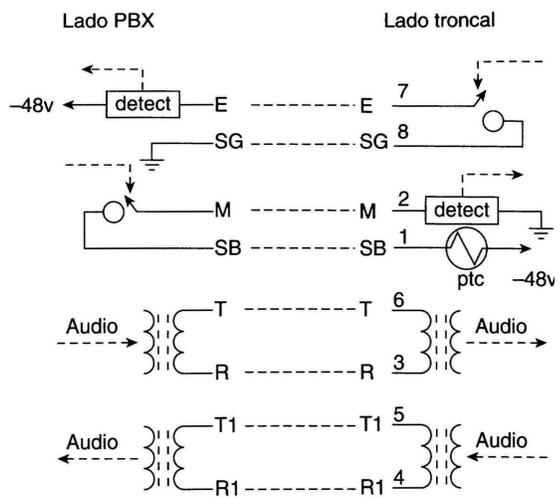


Figura 15 E&M Tipo III

3.4 Tipo IV

E&M tipo IV es similar al Tipo II; sin embargo, desde el lado PBX se da una situación *on-hook* cuando los cables E y M están abiertos, y una situación *off-hook* cuando ambos cables están en *ground* (tierra).

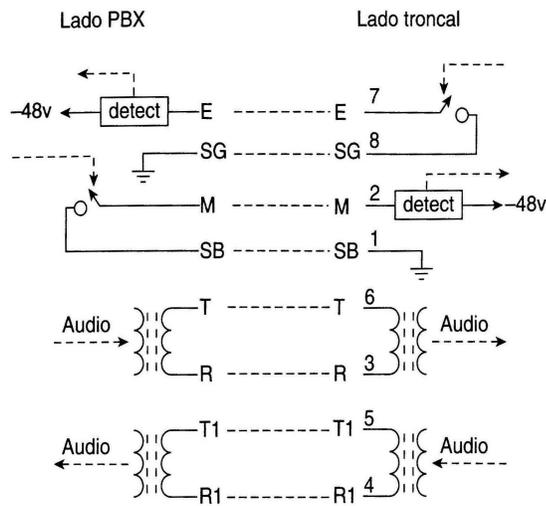


Figura 16 E&M Tipo IV

3.5 Tipo V

En el Tipo V, tanto la PBX como el punto final de *switching* proporcionan corriente. En la PBX, la corriente es aportada en el cable E, y en el punto final es proporcionada en el cable M.

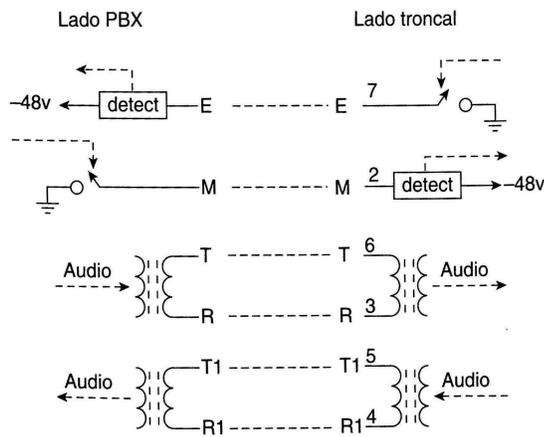


Figura 17 E&M Tipo V

4 Calidad de Servicio

La calidad de servicio (QoS) es un término utilizado mal y que tiene una variedad de significativos. Se puede disponer de varias herramientas para conseguir la necesaria QoS para un usuario o aplicación. Es importante anotar que las herramientas utilizadas para implementar estos servicios no son tan importantes como el resultado conseguido. En otras palabras, no hay que centrarse en una herramienta QoS para resolver todos los problemas de QoS. Es su lugar, se debe mirar la red como un todo para determinar qué herramienta, si la subiera, pertenece a qué parte de la red.

4.1 Herramientas de Red de QoS

Existen muchas herramientas para implementar la QoS. En algunos casos no se puede utilizar ninguna de esas herramientas de QoS y alcanzar la calidad de servicio necesarias para las aplicaciones. En general, cada red tiene problemas individuales que se pueden resolver utilizando una o más de las herramientas QoS.

En las herramientas QoS asociadas a una red tenemos:

- Ancho de banda adicional.
- Protocolo de transporte en tiempo real comprimido (cRTP).
- Gestión de colas.
 - Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas (WFQ, *Weighted Fair Queuing*).
 - Gestión de Colas Personalizadas (CQ, *Custom Queuing*).
 - Gestión de Colas por Prioridad (PQ, *Priority Queuing*).
 - Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas basadas en Clases (CB-WFQ, *Class-Based Weighted Fair Queuing*).
 - Gestión de Colas por Prioridad-Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas Basadas en Clases (*Priority Queuing-Class-Based Weighted Fair Queuing*).
- Clasificación de Paquetes:
 - Precedencia IP (*IP precedence*).
 - Políticas de Enrutamiento (*Policy Routing*).
 - Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP, *Resource Reservation Protocol*).

- *IP Real-Time Transport Protocol Reserve (IP RTP Reserve).*
- *Prioridad RTP IP (IP RTP Priority).*
- **Medición y Flujos de Formación de Tráfico:**
 - *Formación de Tráfico Genérico (GTS).*
 - *Formación de Tráfico Frame Relay (FRTS).*
 - *Tasa de Acceso Comprometido (CAR).*
- **Fragmentación:**
 - *Multi-Class Multilink Point-to-Point Protocol (MCML PPP).*
 - *Frame Relay Forum 12 (FRF.12).*
 - *MTU.*
 - *Unidad Máxima de Transmisión IP (IP MTU, IP Maximun Transmission Unit).*

Voz sobre IP (VoIP) viene con su propio conjunto de problemas, la QoS puede ayudar resolver algunos de esos problemas; en concreto, la pérdida de paquetes, la fluctuación de fase y el retraso de manejo.

Algunos de los problemas que la QoS no puede resolver son el retraso de propagación, el retraso de códec, el retraso de muestreo y el retraso de digitalización.

La recomendación G.114 de la ITU-T sugiere que no haya más de 150 ms de retraso de extremo a extremo para mantener un “buena” calidad de voz. La definición de “buena” de un cliente puede ser un retraso mayor o menor, por tanto se debe recordar que 150 ms es simplemente una recomendación.

Una de las herramientas de red de QoS más importantes y la más común es la gestión de colas.

4.1.1 Gestión de Colas

4.1.1.1 Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas

La gestión de colas FIFO (*First Input First Output*) coloca todos los paquetes que recibe en una cola y los transmite conforme al ancho de banda disponible. La Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas (WFQ, *Wiegthed Fair Queuing*) utiliza múltiples colas para separar los flujos y concede a cada flujo la misma cantidad de ancho de banda. Esto evita que una aplicación, como el FTP, consuma todo el ancho de banda disponible.

WFQ asegura que las colas no carecen de ancho de banda y que el tráfico tiene un servicio previsible. Los flujos de datos de bajo volumen reciben un servicio preferente, transmitiendo la totalidad de su carga ofrecida de manera oportuna. Las corrientes de gran volumen de tráfico comparten la capacidad restante, obteniendo en ancho de banda igual o proporcional.

WFQ es similar a la multiplexión por división de tiempo (TDM), ya

que divide el ancho de banda de igual manera entre los diferentes flujos, de tal manera que no falte a ninguna aplicación. Sin embargo, WFQ es superior a TDM, simplemente porque un flujo ya no está presente, WFQ se ajusta dinámicamente para utilizar el ancho de banda que queda libre para los flujos que todavía están transmitiendo.

La gestión de colas equitativa identifica las corrientes o flujos de datos sobre la base de varios factores. Estos flujos de datos tienen prioridad dependiendo de la cantidad de ancho de banda que el flujo consuma. Este algoritmo permite que el ancho de banda sea compartido equitativamente, sin la utilización de lista de acceso u otras tareas administrativas que consuman tiempo. WFQ determina un flujo utilizando la dirección de origen y destino, el tipo de protocolo y la toma o número de puerto.

WFQ no está destinado a ejecutarse en interfaces que están registradas a más de 2.048 Kbps.

4.1.1.2 Gestión de Colas Personalizada

La Gestión de Colas Personalizada (CQ, *custom Queuing*) permite que los usuarios especifiquen un porcentaje de ancho de banda disponible para un protocolo determinado. Se pueden definir hasta 16 colas de salida, así como una cola adicional para mensajes del sistema (como los mensajes de actividad). Cada cola es atendida secuencialmente de manera cíclica, transmitiendo un porcentaje de tráfico antes de pasar a la siguiente cola.

El *router* determina cuántos bytes de cada cola deben ser transmitidos, sobre la base de la velocidad de la interfaz y del porcentaje del tráfico configurado. En otras, palabras, otro tipo de tráfico puede utilizar al

ancho de banda que no se utiliza en una cola A, hasta que esa cola A requiera su porcentaje total.

4.1.1.3 Gestión de Colas por Prioridad

PQ (*Priority Queuing*) permite que el administrador de la red configure cuatro prioridades de tráfico: alta, normal, media y baja. El tráfico de entrada es asignado a una de las cuatro colas de salidas. El tráfico de la cola de prioridad alta es atendido hasta que la cola está vacía; luego, se transmiten los paquetes que se encuentran en la cola de prioridad siguiente.

Este orden en la gestión de colas asegura que el tráfico crítico recibe siempre todo el ancho de banda que necesita; sin embargo, impide que otras aplicaciones lo tengan.

4.1.1.4 Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas basadas en Clases

CB-WFQ (*Class-Based Weighted Fair Queuing*) tiene todas las ventajas de WFQ (*Weighted Fair Queuing*) y, además, cuenta con la funcionalidad de proporcionar soporte granular para clases de tráfico definidas por el administrador de la red. CB-WFQ permite definir qué constituye una clase sobre la base de criterios que exceden los confines del flujo. Con CB-WFQ se puede crear una clase específica para el tráfico de voz. El administrador de la red define esas clases mediante lista de acceso. Esas clases de tráfico determinan cómo se agrupan los paquetes en diferentes colas.

La característica más interesante de CB-WFQ es que permite que el administrador de la red especifique la cantidad exacta de ancho de banda que

hay que asignar por clases de tráfico. CB-WFQ puede manejar 64 clases diferentes y controlar los requisitos de ancho de banda para cada clase.

4.1.1.5 Gestión de Colas por Prioridad-Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas Basadas en Clases.

Este mecanismo de gestión de colas se conoce como LLQ (*Low Latency Queuing*) y fue desarrollado para dar una prioridad absoluta al tráfico de voz sobre cualquier otro tráfico en una interfaz.

La función LLQ aporta a CB-WFQ la funcionalidad de estricta prioridad de gestión de colas que se requiere para un tráfico en tiempo real sensible al retraso como la voz. LLQ permite la utilización de una PQ estricta.

Con LLQ se puede especificar el tráfico de muchas maneras para garantizar una entrega de prioridad precisa. Para indicar que el flujo de voz debe colocarse en la cola para PQ precisa, se puede utilizar una lista de acceso.

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN

1 Red Actual

La topología actual que presenta Equant Venezuela se muestra en la siguiente figura:

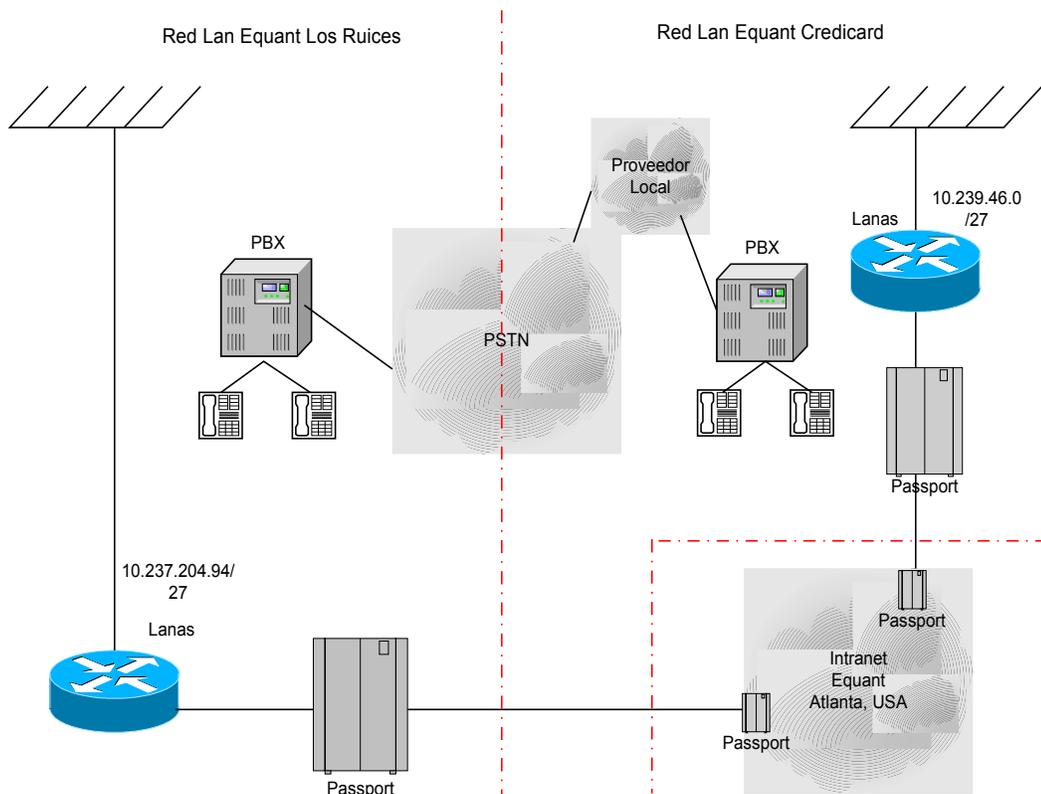


Figura 18 Topología actual de la red de voz y datos

El estudio de esta topología se explicará en dos partes: Datos y Voz.

1.1 Datos:

La oficina de Credicard tiene un equipo Cisco 2514 y la oficina de Los Ruices posee un Cisco 2620. Cada enrutador está conectado a un equipo Nortel Passport que cumple con la función de conectar las oficinas a la Intranet de la compañía en Atlanta, USA. Estos equipos manejan encapsulamiento Frame-Relay. Las oficinas tienen un puerto dedicado para el uso de la Intranet; la oficina de Credicard tiene un puerto de 1536Kbps y un CIR de 512Kbps, y la oficina de Los Ruices tiene un puerto de 2048Kbps y un CIR de 256Kbps. Por estos enlaces se transportan todos los servicios corporativos de las oficinas, como Internet, correo electrónico, etc.

Para la red LAN de las oficinas se tiene un direccionamiento IP privado. Para la oficina de Credicard se utiliza el bloque de direcciones IP 10.239.46.0/24 y la oficina de los Ruices el bloque 10.237.204.64/27.

1.2 Voz:

Para realizar una llamada entre las oficinas de los Ruices y Credicard, se utiliza la red de telefonía pública local. La oficina de Credicard posee una PBX Nortel OPCION 61, tiene un E1 saliente con un proveedor de servicios de telefonía y dos E1 entrante con un proveedor diferente. En la oficina de Los Ruices se tiene una PBX Nortel OPCION 11 con 4 líneas telefónicas conectadas directamente con la PSTN local.

2 Diseño de la Nueva Topología

En principio se deben conectar las dos oficinas por medio de una tecnología de última milla basada en fibra óptica, ya que no hay línea de vista para utilizar una última milla basada en radio. Para esto se contrató a Netuno como proveedor de servicios de últimas millas que posee nodos de interconexión tanto en la oficina de Los Ruices como en la oficina de Credicard. De esta manera se logró disminuir los tiempos de instalación del circuito. El circuito se entregó en una interfaz V.35 en cada oficina. Esto permite llegar a velocidades de transmisión de 2.048 Kbps máximo.

A continuación se realizará el estudio que determinará el ancho de banda de la última milla y los equipos a utilizar. Este estudio se dividió en dos partes: Voz y Datos

2.1 *Voz*

Para realizar la interconexión de la parte de voz, es necesario especificar la cantidad de canales que se necesitan instalar, para esto, se filtraron las llamadas entre las oficinas, tomando el historial del tarifador de la PBX de la oficina de Credicard y el de la oficina de Los Ruices, por un periodo de un año. El máximo número de llamadas simultáneas efectuadas entre las oficinas es de tres (3). Existe una frecuencia promedio de catorce (14) llamadas al día con una promedio de duración aproximado de siete (7) minutos por llamada al día.

2.2 *Datos*

Se quiere realizar la transferencia de datos entre las oficinas sin utilizar la Intranet, es decir, compartir archivos entre las oficinas sin afectar los servicios internos.

3 Metodología

De acuerdo con el estudio anterior, se seleccionarán los equipos a utilizar y el ancho de banda de la última milla. Por necesidad de la empresa y para que el costo del proyecto sea mínimo, se utilizarán los equipos de los laboratorios de Equant, para así disminuir los costos de implementación del proyecto.

Primero se colocó un enrutador en cada oficina con 2 tarjetas tipo VIC-2E/M de 2 puertos cada una (Ver Figura 19), para lograr tener la capacidad de 4 llamadas simultáneas entre las oficinas.

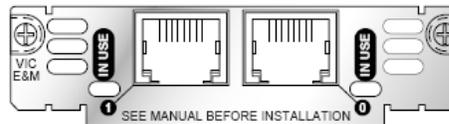


Figura 19 Tarjeta VIC 2E/M

Por la frecuencia en que se repiten las llamadas y tomando en cuenta la tasa de transferencia de datos, el ancho de banda del enlace será de 512 Kbps, es decir, ocho 8 canales de 64 Kbps. Con esto aseguramos que los cuatro 4 canales de voz puedan estar activos simultáneamente y a su vez se pueden estar transfiriendo archivos de una oficina a otra.

Para conectar los enrutadores se utilizarán las tarjetas WIC-1T las cuales manejan velocidades de 2.048Kbps.

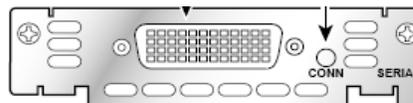
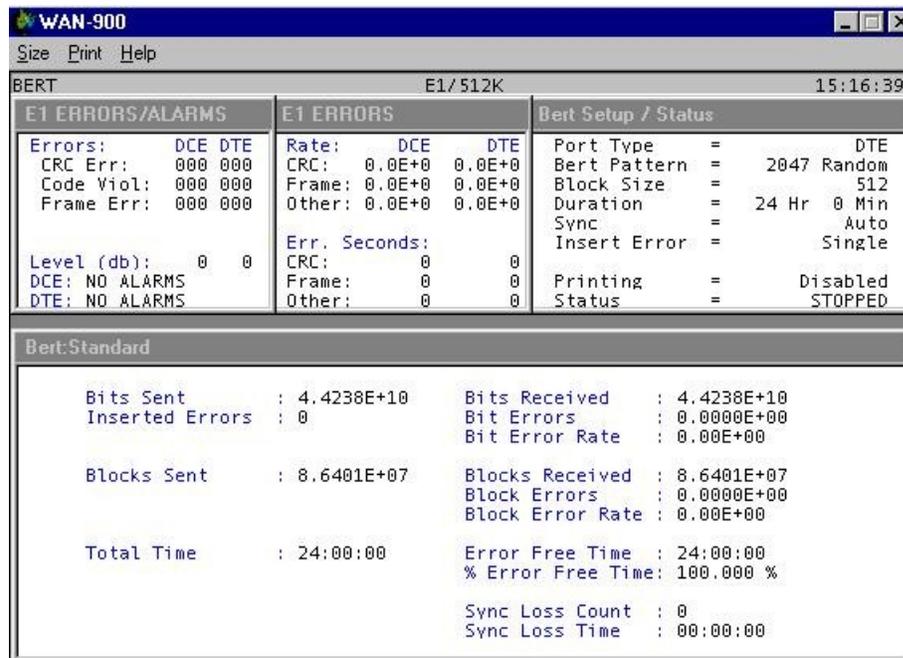


Figura 20 Tarjeta WIC-1T

Con el ancho de banda del enlace de última milla, se gestionó la orden de

compra a Netuno para su instalación. Netuno, por ser proveedor de circuitos de última milla de Equant, cargará a Equant sólo la instalación. No existirá ningún cargo mensual por este circuito.

Una vez instalado el circuito, se realizó una prueba de BER (*Bit Error Rate*) de 24 horas, obteniéndose un resultado satisfactorio. La Figura 21 muestra el resumen de la prueba realizada.



E1 ERRORS/ALARMS		E1 ERRORS		Bert Setup / Status	
Errors:	DCE DTE	Rate:	DCE DTE	Port Type	= DTE
CRC Err:	000 000	CRC:	0.0E+0 0.0E+0	Bert Pattern	= 2047 Random
Code Viol:	000 000	Frame:	0.0E+0 0.0E+0	Block Size	= 512
Frame Err:	000 000	Other:	0.0E+0 0.0E+0	Duration	= 24 Hr 0 Min
Level (db):	0 0	Err. Seconds:		Sync	= Auto
DCE: NO ALARMS		CRC:	0 0	Insert Error	= Single
DTE: NO ALARMS		Frame:	0 0	Printing	= Disabled
		Other:	0 0	Status	= STOPPED

Bert:Standard			
Bits Sent	: 4.4238E+10	Bits Received	: 4.4238E+10
Inserted Errors	: 0	Bit Errors	: 0.0000E+00
		Bit Error Rate	: 0.0000E+00
Blocks Sent	: 8.6401E+07	Blocks Received	: 8.6401E+07
		Block Errors	: 0.0000E+00
		Block Error Rate	: 0.0000E+00
Total Time	: 24:00:00	Error Free Time	: 24:00:00
		% Error Free Time	: 100.000 %
		Sync Loss Count	: 0
		Sync Loss Time	: 00:00:00

Figura 21 Resultado de la prueba de BER

Tanto para la oficina de Credicard como para la de los Ruices se dispone de un enrutador Cisco 2611, con dos 2 tarjetas VIC-2E/M , una tarjeta WIC-1T y un puerto de Ehternet para conectar el enrutador al switch de LAN de cada oficina.

3.1 Plan de numeración

En esta fase del proyecto se tomarán en consideración tanto las demás oficinas comerciales, como los centros de operaciones existentes en Venezuela. En

Venezuela, además de las oficinas de Credicard y Los Ruices, existe una oficina ubicada en la Torre Shell la cual está conectada por radio a la oficina de Credicard.

Para desarrollar el plan de numeración debe considerarse que la oficina de la Torre Shell, utiliza el mismo plan de numeración que la oficina de Credicard, es decir, que para nuestro estudio podemos considerar las dos oficinas como una sola planta física llamada Credicard.

En las dos oficinas ya existe un plan de numeración, el cual se va a usar para el proyecto. El plan de numeración utilizado en cada oficina se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Plan de numeración existente

	<i>CREDICARD</i>	<i>LOS RUICES</i>
<i>Extensiones para Usuarios</i>	3XXX	6XXX
<i>Prefijo para Acceso de Línea Externa para Llamadas Locales (PSTN)</i>	0	9
<i>Prefijo para Acceso de Línea Externa para Llamadas de Larga Distancia</i>	7	7
<i>Números de Empleados</i>	28	15

Otro aspecto importante en el plan de numeración es el número de empleados existente en cada oficina. El plan de numeración actual está sobredimensionado, ya que se tienen 1000 extensiones para cada oficina, teniéndose en el peor caso, la oficina de Credicard con 28 empleados. Se debe agregar un prefijo para que las PBX de cada oficina, tomen la ruta por el enlace de última milla y no por la

PSTN. El prefijo a usar en la oficina de Credicard para llamar a la oficina de Los Ruices es el 9 y de la oficina de Los Ruices hacia la oficina de Credicard es el 5.

3.2 *Calidad de Servicio*

El criterio a utilizar para establecer la calidad de servicio es el de Gestión de Colas por Prioridad/Gestión de Colas Apropriadas Ponderadas Basadas en clases (*Priority Queuing-Class-Based Weighted Fair Queuing*). Se va a utilizar este mecanismo de gestión de colas, que también se conoce como LLQ (*Low Latency Queuing*), ya que fue desarrollado para dar una prioridad absoluta al tráfico de voz sobre cualquier otro tráfico en una interfaz.

3.3 *Configuración de los Enrutadores*

3.3.1 Conexión Física

3.3.1.1 Conexión de los enrutadores.

Teniendo el Plan de numeración, el direccionamiento IP y el criterio de calidad de servicio a utilizar, procedemos a configurar los enrutadores.

Lo primero que hay que configurar es la parte física, la cual consiste en conexión de los enrutadores en las oficinas. Para esto se utiliza las tarjetas WIC-1T que tienen los enrutadores. Este tipo de tarjeta posee una interface serial V.35. La conexión es idéntica para las dos oficinas y se realiza de la siguiente manera:

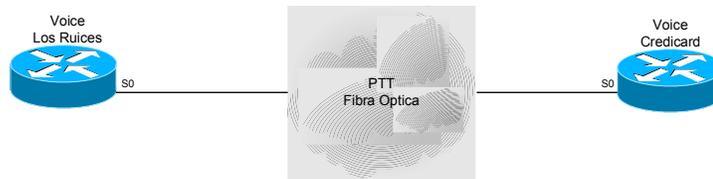


Figura 22 Conexión de los enrutadores

El cable a utilizar para conectar los enrutadores a los equipos de la red del proveedor de última milla, son propietarios Cisco. Existen dos tipos de cable: DTE (*Data Terminal Equipments*) y DCE (*Data Communications Equipments*). En nuestro caso se va a utilizar DTE ya que la señal de sincronismo la asignará el proveedor de la última milla. En la Figura 23 siguiente se observa el cable a utilizar.



Figura 23 Cable Cisco V.35
DTE

Como se puede ver en la figura 23, el tipo de conector en los extremos es DB-60 macho de 60 pines y Winchester macho de 15 pines.

3.3.1.2 Conexión entre el enrutador y la PBX.

Cisco ya tiene establecido el diagrama de conexión para establecer la comunicación entre los enrutadores y las PBX Nortel. Para realizar la conexión primero tenemos que determinar el tipo de E&M a usar. En este caso se utilizará el tipo 2 de 4 hilos. En la Tabla 6 se observa el diagrama de conexión utilizado por Cisco para conectar los enrutadores a las PBX Nortel.

Tabla 6 Diagrama de conexión entre los enrutadores y la PBX

<i>Enrutador</i>	<i>Pines</i>		<i>PBX</i>
SB	1	7	SB
M	2	8	M
R	3	4	TA
R1	4	1	RA
T1	5	2	RB
T	6	5	TB
E	7	3	E
SG	8	6	SG

3.3.2 Configuración Lógica

Los comandos a colocar en los enrutadores son diferentes en cada oficina, ya que cambian el direccionamiento IP.

3.3.2.1 Configuración de los enrutadores

Para poder configurar interfaces en los enrutadores Cisco, se tiene que entrar en modo de configuración global. Esto se consigue colocando en la consola el comando “config terminal”. Para saber si estamos en este modo, tan solo tenemos que observar como está el *hostname* del enrutador para ver si está acompañado de un signo de “#”, ejemplo: *Credicard_Voice#*.

Los comandos a introducir en los enrutadores, se dividirán en cuatro partes.

La primera parte son los comandos para establecer la conexión entre los enrutadores de las oficinas (WAN), la segunda parte son los comandos

para conectar la red de cada oficina a los router (LAN), la tercera parte son los comandos para configurar los canales de voz y por último son los comandos para establecer calidad de servicio. En el Anexo 2 se observa con detalle los comandos usados en los enrutadores.

De la misma forma se configura el enrutador de la oficina de Los Ruices. Los únicos cambios en la configuración son el plan de numeración y el direccionamiento IP.

3.3.2.2 Configuración de las PBX

Para configurar la ruta lógica en la PBX de la oficina de Credicard, se colocaran los siguientes comandos:

PBX Credicard:

- 1 **TYPE RDB** *Establece el tipo de data (RDB:Route Data Block)*
- 2 **CUST 00** *Fija un código para la conexión.(En este caso el 00).*
- 3 **ROUT 9** *Fija un número para tener acceso a esta ruta.*
- 4 **DES PANALPINA** *Descripción*
- 5 **TKTP TIE** *Selecciona el tipo de troncal*
- 6 **ICOG IAO** *Establece que la troncal tenga llamadas entrantes y salientes.*
- 7 **ACOD 9** *Establece el código de acceso para la troncal.*
- 8 **>ld 20 ld 14** *Configuraciones del los puertos*
- 9 **TN 4 1 2** *Selecciona la troncal*
- 10 **CUST 0**
- 11 **TN 004 1 02 00** *Primer canal de voz*
- 12 **TYPE TIE** *Tipo de troncal*

- 13 CUST 0**
- 14 XTRK XEM** *Selecciona el tipo de interface E&M*
- 15 EMTY TY2** *Tipo 2*
- 16 TRK ANLG** *Tipo de troncal analógico*
- 17 RTMB 9 1** *Fija el enrutamiento. Primer canal dentro del grupo 9*
- 18 TN 004 1 02 01** *Segundo Canal*
- 19 TYPE TIE** *Tipo de troncal*
- 20 CUST 0**
- 21 XTRK XEM** *Selecciona el tipo de interface E&M*
- 22 EMTY TY2** *Tipo 2*
- 23 TRK ANLG** *Tipo de troncal analógico*
- 24 RTMB 9 2** *Fija el enrutamiento. Segundo canal dentro del grupo 9*
- 25 TN 004 1 02 02** *Tercer Canal*
- 26 TYPE TIE** *Tipo de troncal*
- 27 CUST 0**
- 28 XTRK XEM** *Selecciona el tipo de interface E&M*
- 29 EMTY TY2** *Tipo 2*
- 30 TRK ANLG** *Tipo de troncal analógico*
- 31 RTMB 9 3** *Fija el enrutamiento. Tercer canal dentro del grupo 9*
- 32 TN 004 1 02 03** *Cuarto Canal*
- 33 TYPE TIE** *Tipo de troncal*
- 34 CUST 0**
- 35 XTRK XEM** *Selecciona el tipo de interface E&M*
- 36 EMTY TY2** *Tipo 2*
- 37 TRK ANLG** *Tipo de troncal analógico*
- 38 RTMB 9 4** *Fija el enrutamiento. Cuarto canal dentro del grupo 9*

De la misma forma se configura la PBX de la oficina de Los Ruices.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1 Datos

Para comprobar la ruta tomada por un paquete se ejecutará el comando Tracert en la consola de una PC ubicada dentro de la red de la oficina de los Ruices, hacia una PC ubicada en la red de la oficina de Credicard; primero, sin utilizar el enlace entre las oficinas y, después, usando el enlace.

En la figura 25 se observa la ruta tomada por un paquete sin el enlace. Se puede observar, que la ruta tomada es de la intranet de la compañía.

```
C:\Documents and Settings\JCGarcia>tracert 10.237.204.73
Tracing route to jaraujo.duws.ccs.equant.com [10.237.204.73]
over a maximum of 30 hops:|
  0  <10 ms  <10 ms  <10 ms  10.239.46.1
  1  78 ms    83 ms    78 ms    10.239.243.178
  2  503 ms   644 ms   819 ms   10.239.3.193
  3  78 ms    79 ms    79 ms    us-wash-biad610-at5-0-0-2.ign.equant.net [57.211
.62.209]
  4  151 ms   150 ms   150 ms   57.211.51.206
  5  151 ms   *        150 ms   jaraujo.duws.ccs.equant.com [10.237.204.73]
Trace complete.
```

Figura 25 Ruta del paquete sin el enlace

En la figura 26 se observa la ruta tomada por un paquete, con el enlace entre las oficinas activo.

```

C:\Documents and Settings\JCGarcia>tracert 10.237.204.73

Tracing route to JARAUJO [10.237.204.73]
over a maximum of 30 hops:
  0  0 ms  0 ms  0 ms  10.239.46.6
  1  8 ms  7 ms  8 ms  192.168.20.2
  2  91 ms  80 ms  82 ms  JARAUJO [10.237.204.73]

Trace complete.

```

Figura 26 Ruta del paquete con el enlace

Con este comando se puede observar la disminución del tiempo de llegada del paquete de una PC a otra, como también la cantidad de saltos cuando, se utiliza el enlace instalado entre las oficinas.

2 Voz

En la Figura 27 se puede ver como se encuentran los canales de voz tanto en el enrutador como en la PBX. Los cuatro canales de voz se encuentran disponibles y a la espera. Cuando un usuario marca en su teléfono el número 9, la PBX le solicita al enrutador un canal disponible para realizar la llamada. El enrutador le asigna aleatoriamente un canal disponible. En la Figura 28 se puede ver como en el enrutador el canal 1/1/0 se encuentra ocupado.

```

Credicard_Voice#sh voice call

1/0/0 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

1/0/1 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP
|
1/1/0 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

1/1/1 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

```

Figura 27 Verificación de los canales libres

```

Credicard_Voice#sh voice call
1/0/0 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP
1/0/1 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP
1/1/0 vtsp level 0 state = S_CONNECT
vpm level 1 state = EM_CONNECT
vpm level 0 state = S_UP
1/1/1 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

```

Figura 28 Canales de voz ocupados en el enrutador de la oficina de Credicard

2.1 Calidad de Servicio.

Para comprobar la calidad de servicio, se realizó una prueba entre dos computadoras ubicadas en cada oficina. Se instalaron las versiones de prueba de los programas para análisis de la red, SolarWind y NetPerSec en cada máquina para realizar la prueba. La prueba consistió en saturar el enlace con tráfico UDP entre las PC's. Primero se verifica que los canales de voz están desocupados y proceder a desconectarlos para que no afecten a la prueba. Esto se verifica colocando el comando *"show voice call"*, en el enrutador.

En la Figura 29 se puede observar como el enlace se encuentra recibiendo paquetes con un promedio de 502.2 Kbits/s, es decir, un 98 % de la capacidad del enlace.

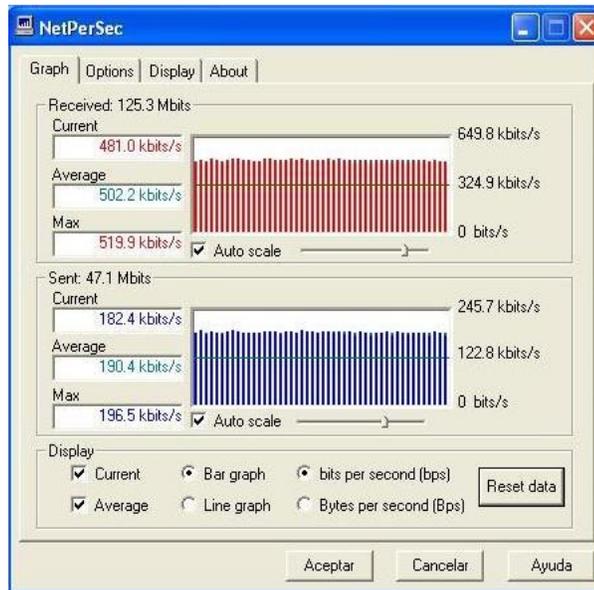


Figura 29 Ocupación del enlace sin ninguna llamada activa

Cuando utilizamos, por ejemplo, dos canales de voz, se disminuye el consumo del enlace debido a que se está utilizando LLQ para aplicar calidad de servicio, el cual le da prioridad a los paquetes de voz. En la Figura 30 se observa que el puerto 1/0/1 y el 1/1/1 de las tarjetas E&M del enrutador están conectados, es decir ya se encuentran establecidas dos llamadas entre las oficinas, además del codec utilizado en cada canal. En el Anexo 3 se pueden observar todos los procesos que realiza el enrutador para efectuar una llamada de la oficina de Credicard hacia la oficina de Los Ruices.

```

Credicard_voice#sh voice call

1/0/0 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

1/0/1 vtsp level 0 state = S_CONNECT
vpm level 1 state = EM_CONNECT
vpm level 0 state = S_UP

1/1/0 - - - vpm level 1 state = EM_ONHOOK
vpm level 0 state = S_UP

1/1/1 vtsp level 0 state = S_CONNECT
vpm level 1 state = EM_CONNECT
vpm level 0 state = S_UP

Credicard_voice#sh voice dsp

DSP DSP DSPWARE CURR BOOT PAK TX/RX
TYPE NUM CH CODEC VERSION STATE STATE RST AI VOICEPORT TS ABORT PACK COUNT
=====
C542 001 01 g711uLaw 3.4.55 IDLE idle 0 0 1/0/0 NA 0 25/41
C542 002 01 g729r8 3.4.55 busy idle 0 0 1/0/1 NA 0 54385/43469
C542 003 01 g729r8 3.4.55 IDLE idle 0 0 1/1/0 NA 0 19447/8893
C542 004 01 g729r8 3.4.55 busy idle 0 0 1/1/1 NA 0 79442/16112

```

Figura 30 Dos canales de voz activos

En la Figura 31 se puede observar como bajó el tráfico entre las PC's.

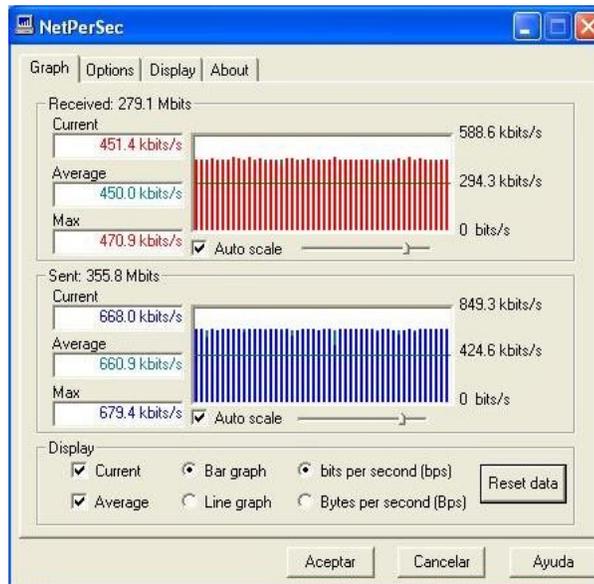


Figura 31 Disminución del tráfico debido a dos llamadas

Como se puede ver en el Anexo 4, cada canal de voz ocupa un ancho de

banda de 28,14 Kbps lo que significa que los canales de voz están consumiendo 56,28 Kbps de 512 Kbps, es decir, aproximadamente el 11% del enlace.

2.2 MOS (Mean Opinion Score)

Para dar una calificación al servicio de voz, se utilizó el criterio de evaluación explicado en el Capítulo II llamado MOS. Se realizó una encuesta de tres puntos claves entre los empleados de Equant, para calificar el servicio de voz entre las oficinas. En la Tabla 7 se observan los resultados obtenidos de la encuesta realizada. En el Anexo 2 se encuentra el modelo de la encuesta entregada a los empleados.

El resultado obtenido de la encuesta se presenta en la tabla 7.

Tabla 7 Puntuación otorgada por los empleados

<i>Item</i>	<i>Puntuación</i>
Tiempo en conectar la llamada	5
Ausencia de retardo en la llamada	5
Ausencia de eco	4.8

3 Estudio Económico del Proyecto

Como ya fue mencionado en el Capítulo III, el proveedor del enlace de última milla tiene nodos ubicados tanto en la oficina de Credicard como en la de los Ruices, por esto se logró, no tener montos recurrentes por el enlace. El único gasto por concepto de última milla fue el de instalación, por un monto de 500\$. Los equipos utilizados, son propiedad de Equant y eran usados para montar laboratorios, lo cual no significó gasto alguno para la implementación del proyecto. El gasto total del proyecto fue de 500\$.

El promedio de llamadas efectuadas al día es de 14 con una duración promedio de 7 minutos cada una, lo cual arroja un total de 2.058 al mes (14 llamadas x 7 minutos x 21 días). El costo por minuto que la PSTN local le factura a Equant es de Bs. 47,73, es decir, la empresa presenta un gasto al mes de Bs. 98.228,34 por concepto de telefonía.

La inversión de 500\$ que equivale a la cantidad de Bs. 1.050.000,00, de acuerdo con el tipo de cambio oficial impuesto por CADIVI de Bs.2.150,00 por Dólar Americano, se recuperará en un periodo de 11 meses.

CONCLUSIONES

Una vez implementada la nueva topología en las oficinas de Equant a través de tecnología de última milla basada en fibra óptica, disminuyendo los tiempos de instalación del circuito, y utilizando los equipos de los laboratorios de Equant, para así disminuir los costos de implementación del proyecto y realizando la transferencia de datos entre las oficinas sin utilizar la Intranet, así como, una vez analizados los resultados del proyecto, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1 Es posible la interconexión de oficinas, a fin de reducir los costos de telefonía y disminuir el retardo causado en la intranet de Equant Venezuela, por medio de una topología donde el costo de implementación es mínimo.
- 2 Aplicando el comando Tracert en la consola de una PC ubicada dentro de la red de la oficina de los Ruices, hacia una PC ubicada en la red de la oficina de Credicard, se observa la disminución del tiempo de llegada del paquete de una PC a otra, como también la cantidad de saltos.
- 3 Se obtuvo una disminución importante en los costos de las comunicaciones de la empresa, ya que al tener el proveedor del enlace de última milla nodos ubicados tanto en la oficina de Credicard como la de los Ruices, se logró no tener monto recurrentes por el enlace, siendo el único gasto el de instalación, por un monto de 500\$.
- 4 Igualmente, se logró obtener un promedio de llamadas efectuadas al día de 14 con una duración promedio de 7 minutos cada una, lo cual arrojó un total de 2.058 minutos al mes (14 llamadas x 7 minutos x 21 días), siendo el costo por

minuto que la PSTN local le factura a Equant de Bs. 47,73, representando para la empresa el gasto de telefonía sólo de Bs. 98.228,34 mensuales.

- 5 La inversión realizada de 500\$ que representa la suma de Bs. 1.050.000,00, de conformidad con el cambio oficial impuesto por CADIVI de Bs.2.150,00 por Dólar Americano, se recuperará en un periodo de 11 meses, lo cual demuestra la viabilidad y efectividad del proyecto.

- 6 Por último, se concluye que con la topología utilizada se obtuvo un sistema de comunicaciones de datos y voz más rápido, eficiente y de excelente calidad, a cambio de una inversión mínima y abaratando los costos de la empresa. En tal sentido, Equant pasó de tener unas comunicaciones internas, es decir, entre sus oficinas, costosa e ineficiente, que se apoyaba exclusivamente en el uso de la telefonía local para la comunicación de voz y en el uso de intranet global, para el tráfico de datos, a una topología de comunicaciones que le permite la interconexión de sus oficinas, reduciendo los costos de telefonía y el retardo causado en la intranet.

BIBLIOGRAFÍAS

Libro

Davison, Jonathan. Peters, James. Fundamentos de voz sobre IP, Madrid: Pearson Educación, S.A., 2001.

Internet

Cisco System, Inc., Voice Codec Bandwidth Calculator.
<<http://tools.cisco.com/Support/VBC/do/CodecCalc2.do>> [Consulta: 2006]

Cisco System, Inc., E&M Cable Pinouts to Connect Cisco 1750/2600/3600 E&M VIC to Nortel PBX Option 11 E&M Trunk [Gateway Protocols]
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a00800942ef.shtml> [Consulta:2006]

Cisco System, Inc., Analog E&M Voice Signaling Overview [Gateway Protocols]
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a0080093f60.shtml> [Consulta:2006]

Cisco Sytem, Inc., Understanding E&M Voice Interface Cards [Telephony Signaling]
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk653/technologies_tech_note09186a0080094ab9.shtml>[Consulta:2006]

Cisco System, Inc., Voice Network Signaling and Control [Telephony Signaling]<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk653/technologies_tech_note09

186a00800a6210.shtml>[Consulta:2006]

Cisco System, Inc., Nortel PBX Option 11 E&M Trunk Card Configuration Example [Gateway Protocols] <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_configuration_example09186a00800942eb.shtml>[Consulta:2006]

Cisco System, Inc., Cisco IOS Voice, Video, and Fax Configuration Guide, Release 12.2 - Configuring Voice Ports [Cisco IOS Software Releases 12.2 Mainline]<http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_configuration_guide_chapter09186a0080080afd.html>[Consulta:2006]

Manuales

Guía de estudio: Versión (2.0). Implementing Cisco Quality of Service (QoS). / Cisco System, Inc. Canada, 2003. _900 p.

Guía de configuración: Versión (6.00). Software Input/Output Guide X11 Administration. Nortel Networks. Canada. 1999_ 1052 p.

[ANEXO N°1]

[Comandos usados en los enrutadores]

Los comandos que confirman la primera parte son los siguientes:

- 1 **interface Multilink1** *Para crear una interface virtual multilink.*
- 2 **bandwidth 512** *Parámetro para señalar en ancho de banda, sólo de gestión. en este caso.*
- 3 **ip address 192.168.20.1 255.255.255.252** *Asignación de una dirección IP para la interface.*
- 4 **service-policy output Traffic** *Necesario para establecer calidad de servicio.*
- 5 **ppp multilink** *Asignar PPP (Point-to-Point Protocol) a la interface Multilink*
- 6 **ppp multilink fragment-delay 10** *Comando opcional para PPP*
- 7 **ppp multilink interleave** *Comando opcional para PPP*
- 8 **multilink-group 1** *Asignar un numero de identificación para el grupo de multilink*
- 9 **interface Serial0/0** *Configurar la interface serial de la tarjeta WIC-1T.*
- 10 **bandwidth 512** *Parámetro para señalar en ancho de banda, sólo de gestión.*
- 11 **no ip address** *No posee dirección IP ya que pertenece a una multilink.*
- 12 **encapsulation ppp** *Difinir encapsulación PPP para establecer la multilink.*
- 13 **ppp multilink** *Comando para establecer multilink*
- 14 **multilink-group 1** *Asignar esta interface serial a un grupo multilink, el cual ya esta identificado como "1".*
- 15 **ip route 10.237.204.64 255.255.255.224 192.168.20.2** *Establece una ruta de manera estática para poder llegar hasta la red de la oficina de los Ruices.*

Los comandos que confirman la segunda parte son los siguientes:

- 1 **interface Ethernet0/0** *Configurar la interface ethernet del enrutador*

- 2 ip address 10.239.46.6 255.255.255.224** *Asignar una dirección IP a la interface.*

Los comandos que confirman la tercera parte son los siguientes:

- 1 voice-port 1/0/0** *Configurar en primer canal de voz de la primera tarjeta E&M.*
- 2 operation 4-wire** *Establecer el tipo de cableado a usar para la conexión. Cable 4 hilos.*
- 3 type 2** *Establecer el tipo de interface E&M a usar. Tipo 2.*
- 4 signal immediate** *Seleccionar el tipo de señal.*
- 5 input gain 10** *Especifica (en decibeles) el aumento de ganancia del lado del receptor de la interface.*
- 6 voice-port 1/0/1** *Configurar en segundo canal de voz de la primera tarjeta E&M.*
- 7 operation 4-wire** *Establecer el tipo de cableado a usar para la conexión. Cable 4 hilos.*
- 8 type 2** *Establecer el tipo de interface E&M a usar. Tipo 2.*
- 9 signal immediate** *Seleccionar el tipo de señal.*
- 10 input gain 10** *Especifica (en decibeles) el aumento de ganancia del lado del receptor de la interface.*
- 11 voice-port 1/1/0** *Configurar en primer canal de voz de la segunda tarjeta E&M.*
- 12 operation 4-wire** *Establecer el tipo de cableado a usar para la conexión. Cable 4 hilos.*
- 13 type 2** *Establecer el tipo de interface E&M a usar. Tipo 2.*
- 14 signal immediate** *Seleccionar el tipo de señal.*
- 15 input gain 10** *Especifica (en decibeles) el aumento de ganancia del lado del receptor de la interface.*
- 16 voice-port 1/1/1** *Configurar en segundo canal de voz de la segunda tarjeta*

E&M.

- 17 operation 4-wire** *Establecer el tipo de cableado a usar para la conexión. Cable 4 hilos.*
- 18 type 2** *Establecer el tipo de interface E&M a usar. Tipo 2.*
- 19 signal immediate** *Seleccionar el tipo de señal.*
- 20 input gain 10** *Especifica (en decibeles) el aumento de ganancia del lado del receptor de la interface.*
- 21 dial-peer voice 1 voip** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el numero de "1".*
- 22 destination-pattern 6...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este plan. Las extensiones 6... son usadas en la oficina de Los Ruices.*
- 23 voice-class codec 1** *Especifica la utilización de codecs para este plan de numeración.*
- 24 session target ipv4:192.168.20.2** *Especifica que toda extension 6... debe ser buscada por la dirección IP 192.168.20.2*
- 25 dtmf-relay h245-signal** *Define el método de señalización de tonos*
- 26 dial-peer voice 100 pots** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el numero de "100". Este va hacer utilizado para las extensiones que tiene directamente conectadas al enrutador.*
- 27 destination-pattern 3...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este plan. Las extensiones 3... son usadas en la oficina de Credicard y son las que tiene directamente conectada el enrutador.*
- 28 port 1/0/0** *Asigna este plan a un puerto. En este caso al primer canal de la primera tarjeta E&M.*
- 29 forward-digits 4** *Establece que sólo los primeros cuatro dígitos que se marcan, son los que se utilizaran.*
- 30 dial-peer voice 101 pots** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el numero de "101". Este va a ser utilizado para las extensiones que tiene directamente conectadas al enrutador.*
- 31 destination-pattern 3...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este*

plan. Las extensiones 3... son usadas en la oficina de Credicard y son las que tiene directamente conectada el enrutador.

- 32 port 1/0/1** *Asigna este plan a un puerto. En este caso al segundo canal de la primera tarjeta E&M.*
- 33 forward-digits 4** *Establece que sólo los primeros cuatro dígitos que se marcan, son los que se utilizaran.*
- 34 dial-peer voice 102 pots** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el número de "102". Este va a ser utilizado para las extensiones que tiene directamente conectadas al enrutador.*
- 35 destination-pattern 3...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este plan. Las extensiones 3... son usadas en la oficina de Credicard y son las que tiene directamente conectada el enrutador.*
- 36 port 1/1/0** *Asigna este plan a un puerto. En este caso al primer canal de la segunda tarjeta E&M.*
- 37 forward-digits 4** *Establece que sólo los primeros cuatro dígitos que se marcan, son los que se utilizaran.*
- 38 dial-peer voice 103 pots** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el número de "103". Este va a ser utilizado para las extensiones que tiene directamente conectadas al enrutador.*
- 39 destination-pattern 3...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este plan. Las extensiones 3... son usadas en la oficina de Credicard y son las que tiene directamente conectada el enrutador.*
- 40 port 1/1/1** *Asigna este plan a un puerto. En este caso al segundo canal de la segunda tarjeta E&M.*
- 41 forward-digits 4** *Establece que sólo los primeros cuatro dígitos que se marcan, son los que se utilizaran.*
- 42 dial-peer voice 104 pots** *Establece el plan de numeración a usar identificado con el número de "104". Este va a ser utilizado para las extensiones que tiene directamente conectadas al enrutador.*
- 43 destination-pattern 3...** *Especifica las extensiones que entran dentro de este*

plan. Las extensiones 3... son usadas en la oficina de Credicard y son las que tiene directamente conectada el enrutador.

Los comandos que confirman la cuarta parte son los siguientes:

- 1 class-map match-any Voice** *Establece una clase llamada "Voice"*
- 2 match access-group name VoIP-RTP** *Asocia una lista de acceso llamada "VoIP-RTP" para esta clase.*
- 3 class-map match-any Signaling** *Establece una clase llamada "Signaling"*
- 4 match access-group name Signaling** *Asocia una lista de acceso llamada "Signaling" para esta clase.*
- 5 policy-map Traffic** *Establece una política de tráfico llamada "Traffic".*
- 6 class Voice** *Configura la clase "Voice".*
- 7 priority 120** *Establece una prioridad de 120 sobre la clase llamada "Voice".*
- 8 class Signaling** *Configura la clase "Signaling".*
- 9 bandwidth percent 10** *Establece el 10% del ancho de banda para la señalización.*
- 10 ip access-list extended Signaling** *Configura los puertos que podrán ser usados por la lista de acceso llamada "Signaling".*
- 11 permit tcp any any eq 1720**
- 12 permit tcp any any range 11000 11999**
- 13 permit udp any any eq 2427**
- 14 permit tcp any any eq 2428**
- 15 permit tcp any any range 2000 2002**
- 16 permit udp any any eq 1719**
- 17 permit udp any any eq 5060**
- 18 ip access-list extended VoIP-RTP** *Configura los puertos que podrán ser usados por la lista de acceso llamada "VoIP-RTP".*
permit udp any any range 16384 32767

De la misma forma se configura el enrutador de la oficina de Los Ruices. Los únicos cambios en la configuración son el plan de numeración y el direccionamiento IP.

[ANEXO N°2]

[Encuesta realizada a los Empleados]

Con el fin de garantizar un buen servicio, se le está entregando una encuesta con el fin de evaluar el servicio de voz entre la oficina de Credicard y la oficina de Los Ruices.

El Criterio de evaluación es muy sencillo. La puntuación tiene el siguiente rango 1 (malo) hasta 5(excelente).

Los puntos a tratar son los siguientes:

Tiempo en conectar la llamada: Este es el tiempo que tarda en darle tono de repicando o de ocupado, en el momento en que termina de marcar el número.

Retardo en la Llamada: Este es el tiempo que tarda el receptor en escuchar su mensaje.

Eco: Es el efecto de oír la propia voz en el auricular mientras se está hablando.

<i>Item</i>	<i>Puntuación</i>
Tiempo en conectar la llamada	
Ausencia de retardo en la llamada	
Ausencia de eco	

Muchas gracias por su tiempo...

Estas evaluaciones serán tomadas en cuenta para mejorar el servicio.

[ANEXO N°4]

[Procedimientos realizados por el enrutador para efectuar una llamada]

Para ver los procesos realizados por el enrutador, se coloca el comando “*debug voip ccapi inout*”.

```
Credicard_Voice#debug voip ccapi inout
```

```
voip ccAPI function enter/exit debugging is on
```

```
3w3d:cc_api_call_setup_ind(vdbPtr=0x8248DA88,callInfo={called=,called_oct3=0x81,calling=,calling_oct3=0x0,calling_oct3a=0x0,calling_xlated=false,subscriber_type_str=RegularLine,fdest=0,peer_tag=103,prog_ind=3,callingIE_present0},callID=0x826359DC)
```

3w3d: cc_api_call_setup_ind calling number is null, answer addr dest pattern 3... e164_ans_addr 0 e164_dest_pattern 0 *Identifica una petición del plan de numeración 3..., es decir, de la oficina de Credicard*

```
3w3d: cc_api_call_setup_ind type 1 , prot 0
```

```
3w3d: cc_process_call_setup_ind (event=0x8245AF6C)
```

```
3w3d: >>>>CCAPI handed cid 2202 with tag 103 to app "DEFAULT"
```

```
3w3d: sess_appl: ev(24=CC_EV_CALL_SETUP_IND), cid(2202), disp(0)
```

```
3w3d: sess_appl: ev(SSA_EV_CALL_SETUP_IND), cid(2202), disp(0)
```

3w3d: ssaCallSetupInd

3w3d: ccCallSetContext (callID=0x89A, context=0x8263F1B0)

3w3d: ssaCallSetupInd cid(2202), st(SSA_CS_MAPPING),oldst(0), ev(24)ev->e.evCallSetupInd.nCallInfo.finalDestFlag = 0

3w3d: ccCallSetupAck (callID=0x89A)

3w3d: ccCallReportDigits (callID=0x89A, enable=0x1)

3w3d: cc_api_call_report_digits_done (vdbPtr=0x8248DA88, callID=0x89A, disp=0)

3w3d: sess_appl: ev(53=CC_EV_CALL_REPORT_DIGITS_DONE), cid(2202), disp(0) El enrutador se encuentra listo para recibir los dígitos de la llamada.

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_CALL_REPORT_DIGITS_DONE)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaReportDigitsDone cid(2202) peer list: (empty)

3w3d: ssaReportDigitsDone callid=2202 Enable succeeded

3w3d: ccGenerateTone (callID=0x89A tone=8)

3w3d:cc_api_call_digit_begin(dstVdbPtr=0x0,dstCallId=0xFFFFFFFF,srcCallId=0x89A,digit=6,digit_begin_flags=0x1,rtp_timestamp=0x64A9D3AB rtp_expiration=0x0, dest_mask=0x1) Recibe el dígito "6"

3w3d: sess_appl: ev(10=CC_EV_CALL_DIGIT_BEGIN), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_DIGIT_BEGIN)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaIgnore cid(2202), st(SSA_CS_MAPPING),oldst(0), ev(10)

3w3d: cc_api_call_digit_end (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A,digit=6,duration=105,xruleCallingTag=0,xruleCalledTag=0,dest_mask=0x1), digit_tone_mode=0 *Ya tiene el Dígito 6 almacenado*

3w3d: sess_appl: ev(9=CC_EV_CALL_DIGIT_END), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_CALL_DIGIT)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaDigit

3w3d: ssaDigit, 0. sct->digit , sct->digit len 0, usrDigit 6, digit_tone_mode=0

3w3d: ssaDigit,1. callinfo.called , digit 6, callinfo.calling , xrulecallingtag 0, xrulecalledtag 0

3w3d: ssaDigit, 7. callinfo.calling , sct->digit 6, result 1

3w3d: cc_api_call_digit_begin (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A, digit=8, digit_begin_flags=0x1, rtp_timestamp=0x64A9D3AB rtp_expiration=0x0, dest_mask=0x1) *Recibe el dígito "8"*

3w3d: sess_appl: ev(10=CC_EV_CALL_DIGIT_BEGIN), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_DIGIT_BEGIN)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaIgnore cid(2202), st(SSA_CS_MAPPING),oldst(0), ev(10)

3w3d:cc_api_call_digit_end(dstVdbPtr=0x0,dstCallId=0xFFFFFFFF,srcCallId=0x89A,digit=8,duration=115,xruleCallingTag=0,xruleCalledTag=0,dest_mask=0x1),digit_tone_mode=0 *Ya tiene el dígito "8" almacenado*

3w3d: sess_appl: ev(9=CC_EV_CALL_DIGIT_END), cid(2202), disp(0)

3w3d: cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_CALL_DIGIT)

oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaDigit

3w3d: ssaDigit, 0. sct->digit 6, sct->digit len 1, usrDigit 8, digit_tone_mode=0

3w3d: ssaDigit,1. callinfo.called , digit 68, callinfo.calling , xrulecallingtag 0, xrulecalledtag 0

3w3d: ssaDigit, 7. callinfo.calling , sct->digit 68, result 1

3w3d:cc_api_call_digit_begin (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A digit=0, digit_begin_flags=0x1, rtp_timestamp=0x64A9D3AB rtp_expiration=0x0, dest_mask=0x1) *Recibe el dígito "0"*

3w3d: sess_appl: ev(10=CC_EV_CALL_DIGIT_BEGIN), cid(2202), disp(0)

3w3d: cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_DIGIT_BEGIN)

oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaIgnore cid(2202), st(SSA_CS_MAPPING),oldst(0), ev(10)

3w3d: cc_api_call_digit_end (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A,digit=0,duration=115,xruleCallingTag=0,xruleCalledTag=0, dest_mask=0x1), digit_tone_mode=0 *Ya tiene el dígito "0" almacenado*

3w3d: sess_appl: ev(9=CC_EV_CALL_DIGIT_END), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_CALL_DIGIT)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaDigit

3w3d: ssaDigit, 0. sct->digit 68, sct->digit len 2, usrDigit 0, digit_tone_mode=0

3w3d: ssaDigit,1. callinfo.called , digit 680, callinfo.calling , xrulecallingtag 0, xrulecalledtag 0

3w3d: ssaDigit, 7. callinfo.calling , sct->digit 680, result 1

3w3d: cc_api_call_digit_begin (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A, digit=4, digit_begin_flags=0x1, rtp_timestamp=0x64A9D3AB rtp_expiration=0x0, dest_mask=0x1) *Recibe el dígito "4"*

3w3d: sess_appl: ev(10=CC_EV_CALL_DIGIT_BEGIN), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_DIGIT_BEGIN)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaIgnore cid(2202), st(SSA_CS_MAPPING),oldst(0), ev(10)

3w3d: cc_api_call_digit_end (dstVdbPtr=0x0, dstCallId=0xFFFFFFFF, srcCallId=0x89A,digit=4,duration=115,xruleCallingTag=0,xruleCalledTag=0, dest_mask=0x1), digit_tone_mode=0 *Ya tiene el dígito "4" almacenado*

3w3d: sess_appl: ev(9=CC_EV_CALL_DIGIT_END), cid(2202), disp(0)

3w3d: cid(2202)st(SSA_CS_MAPPING)ev(SSA_EV_CALL_DIGIT)
oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaDigit

3w3d: ssaDigit, 0. sct->digit 680, sct->digit len 3, usrDigit 4, digit_tone_mode=0

3w3d: ssaDigit,1. callinfo.called , digit 6804, callinfo.calling , xrulecallingtag 0, xrulecalledtag 0

3w3d: ssaDigit, 7. callinfo.calling , sct->digit 6804, result 0

3w3d: ccCallReportDigits (callID=0x89A, enable=0x0)

3w3d: cc_api_call_report_digits_done (vdbPtr=0x8248DA88, callID=0x89A, disp=0) *Establece que no recibe más dígitos ya que esta configurado para recibir los cuatros primeros*

3w3d: ssaSetupPeer cid(2202) peer list: tag(1) called number (6804) *Establece que la extensión a llamar es la 6804*

3w3d: ssaSetupPeer cid(2202), destPat(6804), matched(1), prefix(), peer(8243FED4), peer->encapType (2) *Identifica que la extensión "6804"*

pertenece al plan de numeración que tiene configurado.

3w3d: ccCallProceeding (callID=0x89A, prog_ind=0x0) Comienza el procedimiento para efectuar la llamada

3w3d: ccCallSetupRequest (Inbound call = 0x89A, outbound peer =1, dest=, params=0x82468FF8 mode=0, *callID=0x82469368, prog_ind = 3) callingIE_present 0

3w3d: ccCallSetupRequest numbering_type 0x81

3w3d: ccCallSetupRequest encapType 2 clid_restrict_disable 1 null_orig_clg 1 clid_transparent 0 callingNumber

3w3d: dest pattern 6..., called 6804, digit_strip 0

3w3d: callingNumber=, calledNumber=6804, redirectNumber= display_info= calling_oct3a=0

3w3d:accountNumber=,finalDestFlag=0,guid=c2ec.e970.27d1.11cc.89bc.acca.c4b7.f99f

3w3d: peer_tag=1

3w3d:ccIFCallSetupRequestPrivate:(vdbPtr=0x823590B0,dest=,callParams={called=6804,called_oct3=0x81,calling=,calling_oct3=0x0,calling_xlated=false,subscriber_type_str=RegularLine, fdest=0, voice_peer_tag=1},mode=0x0) vdbPtr type = 1

3w3d:ccIFCallSetupRequestPrivate:(vdbPtr=0x823590B0,dest=,callParams={called=6804, called_oct3 0x81, calling=,calling_oct3 0x0, calling_xlated=false, fdest=0,

voice_peer_tag=1}, mode=0x0, xltrc=-5)

3w3d: ccSaveDialpeerTag (callID=0x89A, dialpeer_tag=0x1)

3w3d: ccCallSetContext (callID=0x89B, context=0x82647B48)

3w3d: sess_appl: ev(53=CC_EV_CALL_REPORT_DIGITS_DONE), cid(2202),
disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_CALL_SETTING)ev(SSA_EV_CALL_REPORT_DIGI
TS_DONE)oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d: -cid2(2203)st2(SSA_CS_CALL_SETTING)oldst2(SSA_CS_MAPPING)

3w3d: ssaReportDigitsDone cid(2202) peer list: (empty)

3w3d: ssaReportDigitsDone callid=2202 Reporting disabled.

3w3d:cc_api_call_proceeding(vdbPtr=0x823590B0,callID=0x89B, prog_ind=0x0)

3w3d: sess_appl: ev(21=CC_EV_CALL_PROCEEDING), cid(2203), disp(0)

3w3d: cid(2203)st(SSA_CS_CALL_SETTING)ev(SSA_EV_CALL_PROCEEDING)
oldst(SSA_CS_MAPPING)cfid(-1)csize(0)in(0)fDest(0)

3w3d:cid2(2202)st2(SSA_CS_CALL_SETTING)oldst2(SSA_CS_CALL_SETTING)

3w3d: ssaCallProc

3w3d: ccGetDialpeerTag (callID=0x89A)

3w3d: ssaIgnore cid(2203), st(SSA_CS_CALL_SETTING),oldst(1), ev(21)

3w3d: cc_api_call_cut_progress(vdbPtr=0x823590B0, callID=0x89B, prog_ind=0x8, sig_ind=0x1) Comienza la llamada

3w3d: sess_appl: ev(22=CC_EV_CALL_PROGRESS), cid(2203), disp(0)

3w3d: cid(2203)st(SSA_CS_CALL_SETTING)ev(SSA_EV_CALL_PROGRESS)
oldst(SSA_CS_CALL_SETTING)cfid(-1)csize(0)in(0)fDest(0)

3w3d:cid2(2202)st2(SSA_CS_CALL_SETTING)oldst2(SSA_CS_CALL_SETTING)

3w3d: ssaCutProgress

3w3d: ccGetDialpeerTag (callID=0x89A)

3w3d: ccCallCutProgress (callID=0x89A, prog_ind=0x8, sig_ind=0x1)

3w3d: ccConferenceCreate (confID=0x8246971C, callID1=0x89A, callID2=0x89B, tag=0x0)

3w3d: cc_api_bridge_done (confID=0x3F4, srcIF=0x823590B0, srcCallID=0x89B, dstCallID=0x89A, disposition=0, tag=0x0)

3w3d: cc_api_bridge_done (confID=0x3F4, srcIF=0x8248DA88, srcCallID=0x89A, dstCallID=0x89B, disposition=0, tag=0x0)

3w3d:cc_api_caps_ind(dstVdbPtr=0x823590B0, dstCallId=0x89B, srcCallId=0x89A, caps={codec=0x2EBFB,fax_rate=0x7F,vad=0x3,modem=0x2codec_bytes=0,signal_type=3})

3w3d: cc_api_caps_ind (Playout: mode 1, initial 60,min 40, max 200)

3w3d: cc_api_caps_ind (dstVdbPtr=0x8248DA88, dstCallId=0x89A, srcCallId=0x89B, caps={codec=0x4, fax_rate=0x2, vad=0x1, modem=0x0 codec_bytes=20, signal_type=2})

3w3d: cc_api_caps_ind (Playout: mode 1, initial 60,min 40, max 200)

3w3d:cc_api_caps_ack (dstVdbPtr=0x8248DA88, dstCallId=0x89A, srcCallId=0x89B, caps={codec=0x4, fax_rate=0x2, vad=0x1, modem=0x0 codec_bytes=20, signal_type=2, seq_num_start=7014})

3w3d:cc_api_caps_ack(dstVdbPtr=0x823590B0, dstCallId=0x89B, srcCallId=0x89A, caps={codec=0x4,fax_rate=0x2,vad=0x1,modem=0x0codec_bytes=20, signal_type=2, seq_num_start=7014})

3w3d: cc_api_voice_mode_event , callID=0x89A

3w3d: Call Pointer =8263F1B0

3w3d: sess_appl: ev(29=CC_EV_CONF_CREATE_DONE), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_CONFERENCING_PROGRESS)ev(SSA_EV_CONF_CREATE_DONE)oldst(SSA_CS_CALL_SETTING)cfid(1012)csz(0)in(1)fDest(0)

3w3d:cid2(2203)st2(SSA_CS_CONFERENCING_PROGRESS)oldst2(SSA_CS_CALL_SETTING)

3w3d: ssaConfCreateDoneAlert

3w3d: sess_appl: ev(51=CC_EV_VOICE_MODE_DONE), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)ev(SSA_EV_VOICE_MODE_DONE)oldst(SSA_CS_CONFERENCING_PROGRESS)cfid(1012)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d:cid2(2203)st2(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)oldst2(SSA_CS_CALL_SETTING)

3w3d: ssaIgnore cid(2202), st(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT),oldst(4), ev(51)

3w3d: cc_process_notify_bridge_done (event=0x8245D218)

3w3d:cc_api_call_connected(vdbPtr=0x823590B0, callID=0x89B), prog_ind = 2cc_api_call_connected: setting callEntry->connected to TRUE

3w3d: sess_appl: ev(8=CC_EV_CALL_CONNECTED), cid(2203), disp(0)

3w3d:cid(2203)st(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)ev(SSA_EV_CALL_CONNECTED)oldst(SSA_CS_CALL_SETTING)cfid(1012)csize(0)in(0)fDest(0)

3w3d:cid2(2202)st2(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)oldst2(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)

3w3d: ssaConnectAlert

3w3d: ccGetDialpeerTag (callID=0x89A)

3w3d: ccCallConnect (callID=0x89A), prog_ind = 2ccCallConnect: setting callEntry->connected to TRUE

Ahora veremos el proceso para desconectar la llamada

3w3d:cc_api_call_disconnected(vdbPtr=0x8248DA88,callID=0x89A,cause=0x10)

Comienza el proceso para desconectar la llamada.

3w3d: sess_appl: ev(11=CC_EV_CALL_DISCONNECTED), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_ACTIVE)ev(SSA_EV_CALL_DISCONNECTED)oldst(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)cfid(1012)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d:cid2(2203)st2(SSA_CS_ACTIVE)oldst2(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)

3w3d: ssa: Disconnected cid(2202) state(5) cause(0x10)

3w3d: ccConferenceDestroy (confID=0x3F4, tag=0x0)

3w3d:cc_api_bridge_drop_done(confID=0x3F4,srcIF=0x823590B0,srcCallID=0x89B, dstCallID=0x89A, disposition=0 tag=0x0)

3w3d:cc_api_bridge_drop_done(confID=0x3F4,srcIF=0x8248DA88,srcCallID=0x89A, dstCallID=0x89B, disposition=0 tag=0x0)

3w3d: sess_appl: ev(30=CC_EV_CONF_DESTROY_DONE), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_CONF_DESTROYING)ev(SSA_EV_CONF_DESTROY_DONE)oldst(SSA_CS_ACTIVE)cfid(-1)csize(0)in(1)fDest(0)

3w3d:cid2(2203)st2(SSA_CS_CONF_DESTROYING)oldst2(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)

3w3d: ssaConfDestroyDone

3w3d: ccCallDisconnect (callID=0x89A, cause=0x10 tag=0x0)

3w3d: ccCallDisconnect: existing_cause = 0x0, new_cause = 0x10

3w3d: ccCallDisconnect (callID=0x89B, cause=0x10 tag=0x0)

3w3d: ccCallDisconnect: existing_cause = 0x0, new_cause = 0x10

3w3d: cc_api_icpif: expect factor = 0

3w3d: g113_calculate_impairment (delay=85, loss=0), Io=0 Iq=0 Idte=0 Idd=0 Ie=9
Itot=9

3w3d: cc_api_call_disconnect_done(vdbPtr=0x823590B0, callID=0x89B, disp=0,
tag=0x0)

3w3d: sess_appl: ev(12=CC_EV_CALL_DISCONNECT_DONE), cid(2203), disp(0)

3w3d:cid(2203)st(SSA_CS_DISCONNECTING)ev(SSA_EV_CALL_DISCONNECT
T_DONE)oldst(SSA_CS_CONFERENCED_ALERT)cfid(-1)csize(0)in(0)fDest(0)

3w3d:cid2(2202)st2(SSA_CS_DISCONNECTING)oldst2(SSA_CS_CONF_DESTR
OYING)

3w3d: ssaDisconnectDone

3w3d: cc_api_call_disconnect_done(vdbPtr=0x8248DA88, callID=0x89A, disp=0,
tag=0x0)

3w3d: sess_appl: ev(12=CC_EV_CALL_DISCONNECT_DONE), cid(2202), disp(0)

3w3d:cid(2202)st(SSA_CS_DISCONNECTING)ev(SSA_EV_CALL_DISCONNECT_DONE)oldst(SSA_CS_CONF_DESTROYING)cfid(-1)csize(1)in(1)fDest(0)

3w3d: ssaDisconnectDone *Llamada desconectada y desbloqueo del canal.*

[ANEXO N°4]

[Resultados del Voice Codec Bandwidth Calculator de Cisco.]

Tools & Resources

Voice Codec Bandwidth Calculator

Your Selections

Your results are based on the following entries. Use the back button to make any changes.

Your Selections

Codec: g729_All_Variants
Voice Payload Size: 20 bytes
Voice Protocol: VoIP
Compression: off
Media Access: MPPP
Tunnel/Security/Misc: None
Number of Calls: 4

Your Results

Please review your results below, then help us improve this tool by supplying feedback using the link in the right-hand column of this page.

Codec Information

Codec Bit Rate 8 kbps = (Codec Sample Size * 8) / (Codec Sample Interval)
Codec Sample Size 10 bytes size of each individual codec sample
Codec Sample Interval 10 msec the time it takes for a single sample

Bandwith Per Call (VoIP)

Voice Packets Per Second 50 (Codec Bit Rate / Voice Payload Size)

Bandwidth Per Call (RTP Only)	26.8 kbps	(Total Packet Size(bits) + Flag (bits)) * (Packets Per Second)
5% Additional Overhead	1.34 kbps	5% additional overhead per call to accomodate bandwidth for signaling (for example: RTCP/H225/H245 messages on H.323 networks).

Bandwidth Per Call + 5.0% Additional Overhead	28.14 kbps	Overhead + Bandwidth Per call
---	------------	-------------------------------

Total Bandwidth Required (VoIP)

Bandwidth Used for All Calls (RTP Only)	107.2 kbps	(Bandwidth per Call) * (Number of Calls)
---	------------	--

Total Bandwidth (including Overhead)	112.56 kbps	Same as above + 5.0% Overhead
--------------------------------------	-------------	-------------------------------

Packet Size Calculation

Total Packet Size	66 bytes	Excluding Frame Flag
Voice Payload Size	20 bytes	Size of the Codec Samples per packet
Layer2 Overhead	6 bytes	Layer2 Overhead including CRC
IP Header Overhead	20 bytes	IP Overhead in bytes
UDP Header Overhead	8 bytes	UDP Overhead in bytes
RTP Header Overhead	12 bytes	RTP Overhead in bytes
Frame Flag (7E)	1 byte	Most modern framers can handle a single flag between frames (ie... no beginning flag)

If we Turned Compression" on "

Compression	On (kbps)	Off (kbps)
Bandwidth Per Call (RTP Only)	11 kbps	26 kbps
5.0% Additional Overhead	0.58 kbps	1.34 kbps

Bandwidth Per call+ 5.0% Additional Overhead	12.18 kbps	28.14 kbps
Bandwidth Savings Per Call With Compression Enabled	15.96 kbps	

What if the Voice Payload Size changed (VoIP) □

Voice Payload Size (Bytes)	Packets per Second	Bandwidth per Call (kbps) including 5% Overhead	Bandwidth Difference from Reference (kbps)	Delay Difference (msec)
10.0	100	47.88	-19.74	-10
20	50	28.14	Reference	Reference
30.0	33.333	21.56	6.58	10
40.0	25	18.27	9.87	20
50.0	20	16.296	11.844	30
60.0	16.667	14.98	13.16	40
70.0	14.286	14.04	14.1	50
80.0	12.5	13.335	14.805	60
90.0	11.111	12.787	15.353	70
100.0	10	12.348	15.792	80
110.0	9.091	11.989	16.151	90
120.0	8.333	11.69	16.45	100