



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Electrónica

**“Estudio Técnico-Económico para la
implementación de Telefonía IP en la
Universidad del Azuay”**

**Trabajo de Graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico.**

Autor: Jaime E. Vidal Solórzano

Director: Ing. Juan Córdova Ochoa

Cuenca, Ecuador

2006

Agradecimientos.

Doy gracias primero a Dios por permitirme seguir adelante con mis anhelos y superaciones, así como a todas las personas que han colaborado con sus ideas y sugerencias para la realización de este proyecto.

Dedicatoria.

Este proyecto va dedicado a mi Madre y a mi querida esposa Alexandra, quienes en los momentos difíciles, cuando hizo falta una mano amiga para guiarme, siempre estuvieron presentes para apoyarme y darme un consejo, para poder cumplir mis metas y lograr obtener el título de Ingeniero Electrónico.

Índice

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Objetivos.....	x
Introducción.....	xi
Capítulo 1.....	7
1. Análisis de la situación actual de la Universidad del Azuay.....	7
1.1 Descripción del ambiente actual de la red de voz y datos de la Universidad del Azuay.....	7
1.1.1 Red telefónica.....	7
1.1.2 Red de datos.....	9
1.2 Levantamiento de la infraestructura de la Universidad del Azuay.....	11
1.3 Telefonía analógica y digital.....	17
1.3.1 Señalización telefónica.....	17
1.3.2 Voz digital.....	25
1.3.3 PBX.....	28
1.4 Posibilidades de crecimiento de la infraestructura actual de voz y datos de la Universidad del Azuay.....	31
1.4.1 Capacidad actual de la red de voz y cálculos de crecimiento futuro.....	31
1.4.2 Capacidad actual del backbone de datos y proyecciones futuras de crecimiento.....	33
1.5 ¿Qué es Telefonía IP?.....	34
1.5.1 Qué es Voz sobre IP?	35
1.5.2 ¿En qué se diferencia Telefonía IP de la telefonía tradicional?.....	36
1.5.3 Diferencias básicas entre los sistemas de telefonía.....	36

1.5.4	Cómo funciona la Telefonía IP?.....	38
1.5.5	Elementos de la Telefonía IP.....	38
1.5.6	Requerimientos de una red para soportar VoIP.....	40
1.5.7	El estándar VoIP.....	41
Capítulo 2	43
2.	Solución de la convergencia voz, datos y video, y de telefonía IP.....	43
2.1	Tecnología propuesta para la migración hacia telefonía IP.....	43
2.1.1	Protocolo para transmisión de datos TCP/IP.....	43
2.1.2	Protocolos y estándares de transmisión de voz y fax sobre datos (IP, Frame Relay, ATM).....	51
2.1.2.1	Voz y fax sobre Frame Relay.....	52
2.1.2.2	Voz y fax sobre ATM.....	60
2.1.2.3	Voz y fax sobre IP (VOIP).....	66
2.1.3	Calidad de servicio (QoS).....	73
2.2	Introducción a la telefonía IP.....	76
2.2.1	Integración de las soluciones de telefonía IP con la telefonía tradicional.....	83
2.3	Análisis de las soluciones de telefonía IP liberadas actualmente.....	92
2.3.1	Soluciones basadas en software.....	92
2.3.1.1	Natural Microsystems-Fusion.....	92
2.3.2	Soluciones basadas en hardware.....	97
2.3.2.1	3COM – NBX Communication System (Sistema de comunicación).....	97
2.3.2.2	Ericsson – Web Switch.....	100
2.3.2.3	Shoreline –Shoregear voice switches.....	104

2.3.2.4 Cisco Systems - Solución campus telephony basada en el Switch Access Gateway.....	108
2.3.2.5 Vertical Networks –Instant Office.....	125
2.4 Selección de la solución más conveniente.....	134
2.4.1 Análisis y recomendaciones de 3 proveedores.....	141
2.4.2 Solución recomendada.....	154
Capítulo 3.....	156
3. Análisis de factibilidad de migración a la solución de telefonía IP.....	156
3.1 Estudio del ancho de banda.....	156
3.1.1 Ancho de banda de la red Wan (acceso Internet).....	156
3.1.2 Análisis de calidad de servicio en la red de la UDA.....	158
3.2 Análisis de costos actuales.....	159
3.2.1 Costos actuales de la red de datos.....	159
3.2.2 Costos actuales de la red telefónica.....	159
3.3 Análisis de costo/beneficio del nuevo diseño.....	160
3.4 Plan de migración al nuevo diseño.....	166
3.4.1 Parámetros a ser considerados para el plan de migración.....	166
3.4.2 Cronograma estimado del plan de migración.....	170
Capítulo 4.....	174
4. Estudio de aplicaciones adicionales para la nueva infraestructura.....	174
4.1 Aplicaciones posibles.....	175
4.1.1 Toll bypass-voice.....	175
4.1.2 Toll bypass-fax.....	178
4.1.3 Mensajería unificada.....	180

Conclusiones y recomendaciones finales.....	184
Glosario de acrónimos y términos voip.....	186
Bibliografía.....	194

RESUMEN

El presente diseño tiene como objetivo fundamental analizar la factibilidad de una migración del esquema de telefonía tradicional actual del campus de la Universidad de Azuay, a un sistema de Telefonía IP, creando de esta forma un solo backbone de Voz y Datos.

Es necesario realizar un análisis de la situación actual de las redes de voz y datos que existentes en la UDA; para luego realizar un trabajo de investigación y definición de la posible solución de Telefonía IP que puede ser utilizada como proyecto final, especificando las características que permitan una migración sencilla y con el menor impacto técnico y económico.

Para concluir se de determinar un análisis de factibilidad económica de esta solución comparándola con el esquema de telefonía tradicional actualmente aplicado en la UDA con sus respectivos beneficios.

ABSTRACT

The aim of the present work is to analyze the feasibility of changing the present telephone system of the Universidad del Azuay to an IP Telephone system. The new system will create a single backbone of data and voice.

The present situation of the local data and voice network of the UDA is analyzed. Besides, the study of the solutions given by the telephone system were performed, focused on it's characteristics and the feasibility of minimize the technical and economical impact of the telephone system change.

Finally, an economical impact study is performed, comparing this system with the traditional telephone system used at UDA, describing the benefits of the potential change of systems.

OBJETIVOS

- **Objetivo general:**

Estudiar la solución de la tecnología de arquitectura de voz, video y datos integrados (AVVID: Architecture for Voice, Video and Integrated Data,) para la implementación de Telefonía IP en la Universidad del Azuay.

- **Objetivos específicos:**

- Diferenciación entre telefonía clásica y telefonía IP
- Conocer la tecnología AVVID (Arquitectura de voz, video y datos integrados) que puede ser utilizada en la Universidad del Azuay.
- Estudiar técnicamente la solución de Telefonía IP para la Universidad del Azuay e indicar los beneficios de esta frente a otros sistemas.

Vidal Solórzano Jaime Ezequiel

Trabajo de Graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico.

Director: Ing. Juan Córdova Ochoa

Junio del 2006

“Estudio Técnico-Económico para la implementación de Telefonía IP en la Universidad del Azuay”

INTRODUCCION

La presente tesis está dedicada a una nueva tecnología emergente en el mundo de las telecomunicaciones: la **Voz sobre IP** o, de forma abreviada **VoIP**, también llamada **Telefonía sobre Protocolos IP** o **Telefonía IP**.

Para numerosas organizaciones la 'Convergencia IP' marcará el inicio de una nueva época donde sus aplicaciones corporativas se fusionarán con nuevas herramientas de comunicación como la mensajería instantánea o la videoconferencia, sin olvidar por supuesto la tradicional comunicación telefónica que también se integrará en IP. La 'Convergencia IP' representa un importante hito en cómo las tecnologías de la información mejoran los procesos de trabajo, repercutiendo notablemente en la productividad y rentabilidad de las organizaciones.

El camino hacia la convergencia IP ha sido lento pero seguro. En una primera fase era necesario dotar a IP de mecanismos que permitiesen clasificar diferentes

tráficos, más concretamente, usuarios y aplicaciones. Aquí han jugado un papel esencial tres técnicas de etiquetado: ToS (Type of Service, tipos de servicio), IP Precedence y el estándar DiffServ. En paralelo al establecimiento de un modelo de etiquetado resultó vital capacitar a los elementos de red, conmutadores y routers, para poder clasificar y priorizar cada tráfico en función de alguno de los esquemas anteriores. Con estos dos elementos, etiquetado y priorización hardware, ya es posible facilitar el transporte IP de tráfico sensible al retardo, por ejemplo voz y vídeo. El paso siguiente en este camino hacia la convergencia ha sido la integración de otros servicios y aplicaciones sobre IP, principalmente, el desarrollo de servicios de telefonía y videoconferencia sobre IP.

Como antes se mencionaba, desde hace algún tiempo los esquemas de etiquetado IP y las prestaciones hardware de conmutadores y routers han demostrado efectividad para transportar voz y vídeo sobre una red IP. Pero, además de ese transporte garantizado, son necesarios otros mecanismos para desarrollar plenamente un servicio de Telefonía IP como el establecimiento y finalización de una conversación telefónica, el encaminamiento de una llamada o algo tan evidente como el empleo de un esquema de numeración telefónica universalmente aceptado como es E.164 o en su defecto, dentro de las organizaciones, un plan de numeración basado en extensiones, departamentos y/o localizaciones.

Sin abandonar los requerimientos para la plena consecución de un servicio de Telefonía IP se deben tener en cuenta la definición de la arquitectura y los elementos involucrados: terminales telefónicos, pasarelas hacia otras redes de voz, terminales

de operador de llamadas y otros elementos que participaran activamente en el servicio de telefonía.

Por último y igualmente importante es la definición de los servicios que será capaz de desarrollar una Red de Telefonía IP además de la simple conectividad entre usuarios como por ejemplo servicios tan comunes en el mundo tradicional de voz como son el buzón de voz, desvío de llamada, en espera, multiconferencia u otros más avanzados como los presentes en la mayoría de los call centers, integración CTI y mensajería unificada. Tampoco hay que olvidar aquellos más orientados al mundo operador como son los sistemas de prepago, facilidades de accounting o números 900 entre otros muchos. No cabe duda que a la vista de estas reflexiones los términos "Telefonía IP" y "Convergencia IP" cobran mayor envergadura.

Con estos objetivos en mente, organizaciones internacionales como la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y el IETF (Internet Engineering Task Force, Grupo de trabajo de Ingeniería de Internet) han desarrollado varias arquitecturas para permitir el desarrollo de servicios de Telefonía y Videoconferencia sobre redes IP. Es importante decir que cada aproximación resuelve satisfactoriamente la necesidad básica para la que se han concebido, es decir, Telefonía y Videoconferencia IP. Así mismo, también es necesario recordar que entre los distintos planteamientos existen importantes diferencias que son la clave para seguir avanzando en la 'Convergencia IP'.

El éxito de la próxima generación de redes depende de su capacidad para prestar nuevos servicios ampliados. Entre estos, la transmisión de voz tendrá un papel preponderante en las redes de datos IP. Ello puede explicar el actual auge de la

Tecnología de Voz sobre IP, siendo IP simplemente un medio más económico y flexible que la red de telefonía pública actual para la transmisión de voz.



La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz, previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y yendo un poco más allá, desarrollar una única red que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea vocal o de datos.

Es evidente que el hecho de tener una red en vez de dos, es beneficioso para cualquier operador que ofrezca ambos servicios.

La telefonía vocal hasta ahora.-

Lo que tenemos hasta hoy es una red de acceso, que incluye el cableado desde el hogar del abonado hasta las centrales locales y el equipamiento necesario, y una red de transporte, que incluye las centrales de rango superior y los enlaces de comunicaciones que las unen. La comunicación se lleva a cabo por conmutación de circuitos.

Como ya hemos indicado anteriormente todos los recursos destinados a intervenir en el desarrollo de una conversación telefónica no pueden ser utilizados por otra llamada hasta que la primera no finaliza.

La telefonía vocal con IP.-

En la Telefonía IP el cambio fundamental se produce en la red de transporte: ahora esta tarea es llevada a cabo por una red basada en el protocolo IP, de conmutación de paquetes, por ejemplo Internet. En cuanto a la red de acceso, puede ser la misma que en el caso anterior, físicamente hablando (bucle de abonado).

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas vocales a través de una red IP dependen en gran medida de que terminal se utiliza en ambos extremos de la conversación. Estos pueden ser terminales IP o no IP.

- Entre los primeros está el teléfono IP, un ordenador multimedia, un fax IP,...
- Entre los segundos está un teléfono convencional, un fax convencional,...

Los primeros son capaces de entregar a su salida la conversación telefónica en formato de paquetes IP, además de ser parte de su propia red IP, mientras que los segundos no, por lo que necesitan de un dispositivo intermedio que haga esto antes de conectarlos a la red IP de transporte.

Hay que señalar que en el caso de que uno o ambos extremos de la comunicación telefónica sean un terminal IP, es importante conocer de qué modo están conectados a Internet. Si es de forma permanente, se les puede llamar en cualquier momento. Si es de forma no permanente, por ejemplo, a través de un Proveedor de Acceso a

Internet vía módem, no se les puede llamar si en ese momento no están conectados a Internet.

CAPITULO I

1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE ACTUAL DE LA RED DE VOZ Y DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

La Universidad del Azuay se encuentra ubicada en al Av. 24 de mayo entre las Garzas y Hernán Malo, sector perteneciente a la parroquia Huayna Capac, cuyas coordenadas son Q16.

En vista de que, la Universidad del Azuay en los últimos años ha tenido un crecimiento institucional considerable, el requerimiento telefónico de cada una de las facultades y otras áreas se ha incrementado.

1.1.1 Red Telefónica.

La red telefónica de la Universidad de Azuay consta de una caja de distribución principal, la cual esta conectada por una acometida telefónica con un cable tipo ELALC-JF, 10x0,4 montada junto a la central telefónica privada. Desde esta caja se alimentan la caja de distribución intermedia y las cajas de distribución final.

La caja de distribución intermedia esta montada junto a la Imprenta a través de un cable de 50 pares, en esta caja están instaladas las regletas de 10 pares A1, A2, A3 y A4.

Las cajas de distribución final están:

Oficina junto al Vicerrectorado, en la cual esta montada la caja de distribución final CDF1 en la que se encuentran instalados los bloques de conexión de 10 pares A5, B1 y B2.

Facultad de Administración, se encuentra la caja de distribución final CDF2 en cual esta instalado la regleta de pares B3, la cual esta conectada con un cable de 10 pares.

Planta alta de la Biblioteca, en este sitio esta ubicada la caja de distribución final CDF3 en el que están instalados los bloques de conexión de 10 pares B4 y B5. La cual esta conectada a través de un cable de 20 pares.

Ciencia y Tecnología, se tienen dos cajas de distribución final, la CDF4 (ubicada en la pared lateral del taller de Ingeniería Automotriz) con la regleta C1, la cual esta conectada a la caja de distribución principal a través de un red aérea con un cable de 10 pares, y una caja de distribución final conectada a la principal a través de una red subterránea con un cable de 30 pares. Esta caja se encuentra ubicada en la bodega de limpieza de la planta baja del nuevo edificio.

Prekinder, aquí esta ubicada la caja de distribución final CDF5 con las regletas C2 y C3 conectadas a la CDP a través de una cable de 20 pares.

Facultad de Filosofía, se tiene la cada de distribución final CDF6 con las regletas C4 y C5 conectadas a la CDP con una red aérea a través de un cable de 20 pares

La capacidad de la central telefónica es de 32 líneas de entrada y puede tener un número final de 150 extensiones, datos dados por el personal que realiza mantenimiento a este equipo.

1.1.2 Red de datos.

La Universidad del Azuay tiene un enlace de última milla proporcionado por SATNET con un ancho de banda de 1Mbps de bajada y 1Mbps de subida, el cual ingresa hacia el departamento de Internet ubicado en la segunda planta del edificio de Centro de Cómputo.

Este cable ingresa al rack en el cual se encuentra un switch de marca NETENFORCE AC-202 de capa 3 del cual sale un cable de fibra óptica al switch de marca 3COM de capa 3 hacia el servidor Linux que esta en el Centro de Cómputo que es el que se encarga de manejar el ancho de banda interno de la Universidad.

Desde este punto se manda fibra óptica hacia cada uno de las facultades que se encuentran en el campus de la universidad, esta fibra contiene 6 hilos de los cuales 2 están siendo ocupados para la transmisión y recepción desde el centro de Internet

hacia las distintas facultades, los otros 4 hilos no están siendo ocupados ya que fueron asignados para futuras aplicaciones o ampliaciones.

Una inversión en cableado de fibra óptica puede ser algo revalorizable, dado que según evolucionan las tecnologías de redes, y aumenta la demanda de velocidad, se puede seguir utilizando el mismo cableado, evitando nuevos gastos de instalación.

En cada edificio (facultad) se encuentra un switch de marca 3COM de capa 2 desde donde salen los cables UTP categoría 5E con terminales RJ-45 hacia los computadores del personal administrativo y de las Asociaciones de Escuela.

En el edificio de Filosofía se encuentra una máquina con el sistema Operativo Linux que hace de router para manejar el ancho de banda del Internet en los 7 laboratorios que están en el último piso, básicamente asigna direcciones DHCP (asigna direcciones IP de forma dinámica), de aquí sale un cable UTP hacia un switch de marca SOTERCOMP y de ahí hacia cada una de las computadoras de los laboratorios.

Actualmente existe un enlace de microonda de 54 Mbps hacia el Hospital del Río (Facultad de Medicina), el cual tiene su transmisor en el edificio de Ciencia y Tecnología y su recepción en la Facultad de Medicina con un repetidor en Rayoloma.

El costo por el servicio de Internet que la UDA cancela a SATNET es de 3000 dólares. El mantenimiento de los equipos internos los realiza el personal técnico de la Universidad.

1.2 LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

DESCRIPCIÓN DEL BACKBONE

El Backbone de la Red de Datos de la UDA esta conformado por los equipos centrales de comunicación de datos interconectados por una red mediante cables de fibra óptica y cables UTP categoría 5E.

La conexión entre los equipos se realiza utilizando tecnología de interfaces de fibra óptica con conectores SC, esta conexión es a una velocidad de 100 Mbps.

Estos equipos concentran toda la Red de Datos del Campus, es decir se conectan con las distintas Facultades o departamentos permitiendo la comunicación de datos entre todo el Campus y hacia el exterior.

La comunicación entre el Backbone y las diferentes facultades o departamentos se realiza utilizando fibra óptica o cable UTP Categoría 5E, estas conexiones son mediante tecnología ETHERNET con Interfaces de fibra óptica o de cable UTP con conectores RJ-45 a una velocidad de 10 Mbps, la fibra se usa para cubrir distancias mayores a los 100 metros.

A continuación detallamos la PBX y la Red de Datos del campus de la Universidad del Azuay:

PBX:

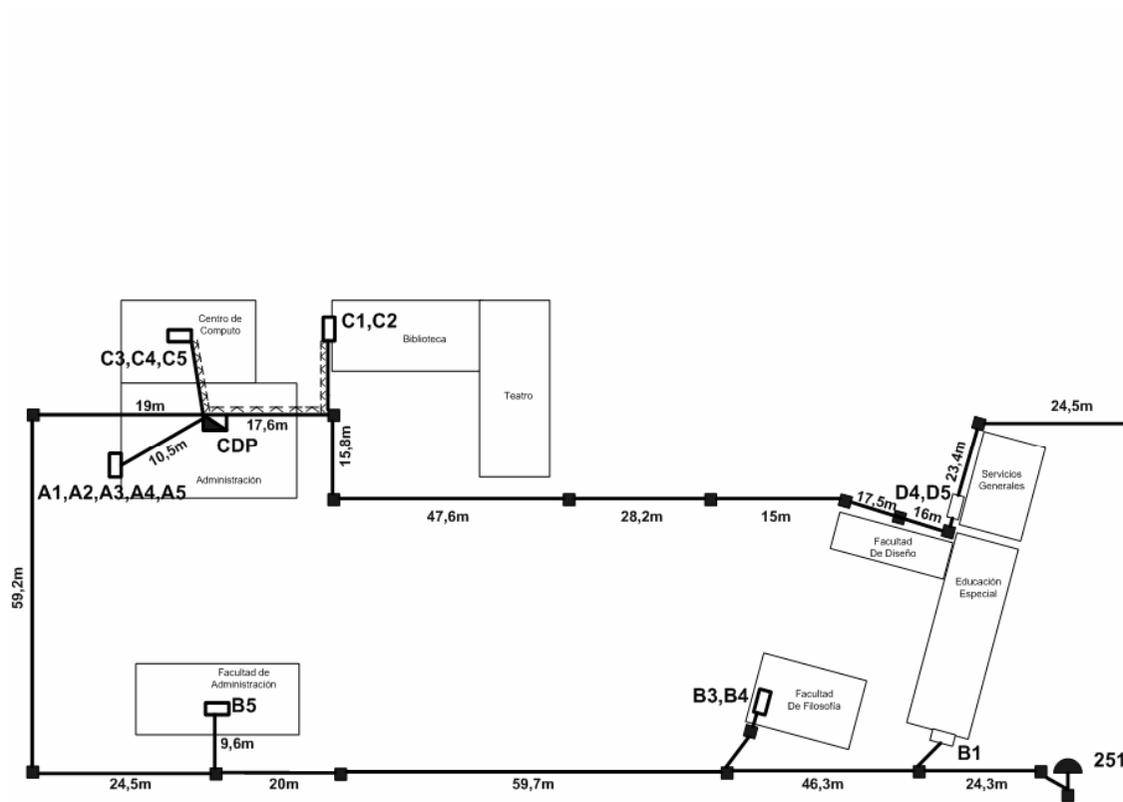
En el edificio de Administración General, se encuentra instalada la central ALCATEL OFFICE que lleva instalada en la Universidad ya 5 años, operada por dos personas en turnos de la mañana desde las 8 a.m. hasta las 2 p.m., la siguiente operadora ingresa a las 3 p.m. hasta las 9 p.m. de lunes a viernes, cabe recalcar que existe una hora en la que no hay operadora para la central.

A la PBX ingresan 9 líneas de entrada y salida, las cuales son para el uso de información y comunicación con las diferentes Facultades o edificios del campus universitario; existen líneas directas como las siguientes:

- Línea directa en el departamento de Tesorería, el cual es usado para la comunicación de datafast o para comunicarse con bancos.
- Líneas directas para el IERSE
- Línea directa para la UDAFE (Federación de Estudiantes), consta que también tiene una línea de extensión desde la PBX
- Línea directa para el CAU

La PBX cuenta con 80 extensiones directas, las cuales están distribuidas en las facultades de la Universidad.

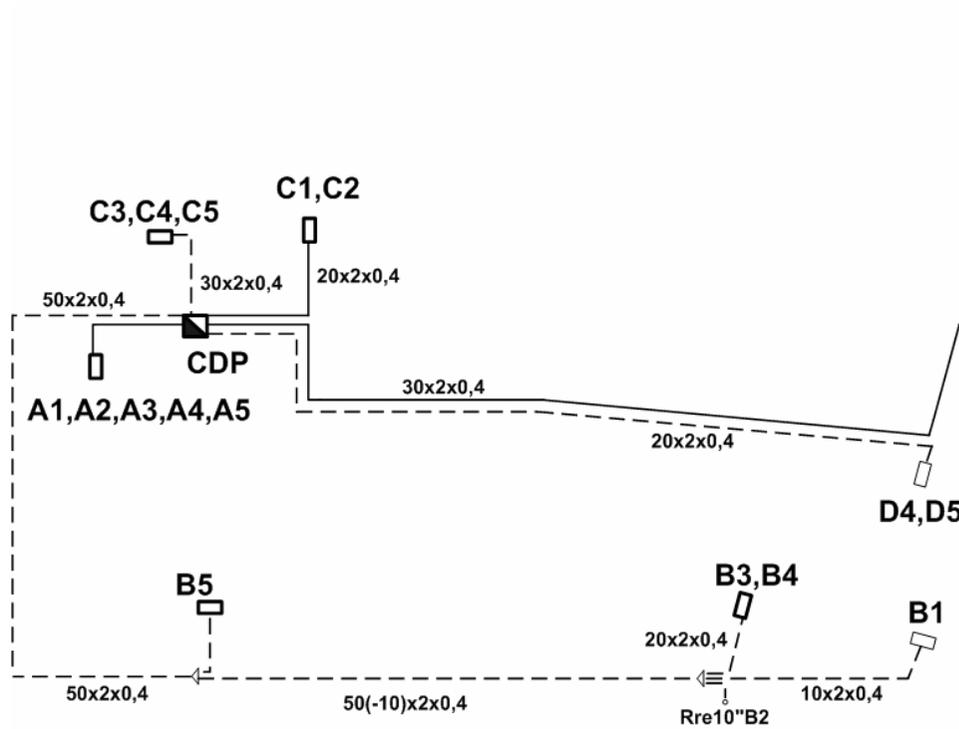
Los fines de semana la operadora transfiere la central hacia la Portería, la PBX tiene serios problemas en cuanto al enrutamiento (desvío) de llamadas hacia las extensiones, esta causa se deba tal vez a la falta de mantenimiento de esta, o las tarjetas que se encuentran dentro estén deterioradas.



SIMBOLOGIA



PLANO ITENERARIO



ESQUEMA DE CABLES

SIMBOLOGIA

	CAJA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL
	CAJA DE DISTRIBUCION FINAL
	CABLE TELEFONICO MULTIPAR EXISTENTE
	CABLE TELEFONICO MULTIPAR PROYECTADO
	EMPALME PROYECTADO

RED DE DATOS:

La red de datos de la universidad recibe la señal en un Switch NET ENFORCER modelo AC-202, de este se hace puente con un router CISCO modelo 2800 Series para enrutar la señal hacia los servidores de Linux.

Desde los servidores con cables UTP categoría 5E conectamos el Switch 3COM modelo 4228G que es el que envía mediante fibra óptica la señal hacia las facultades dentro del campus universitario.

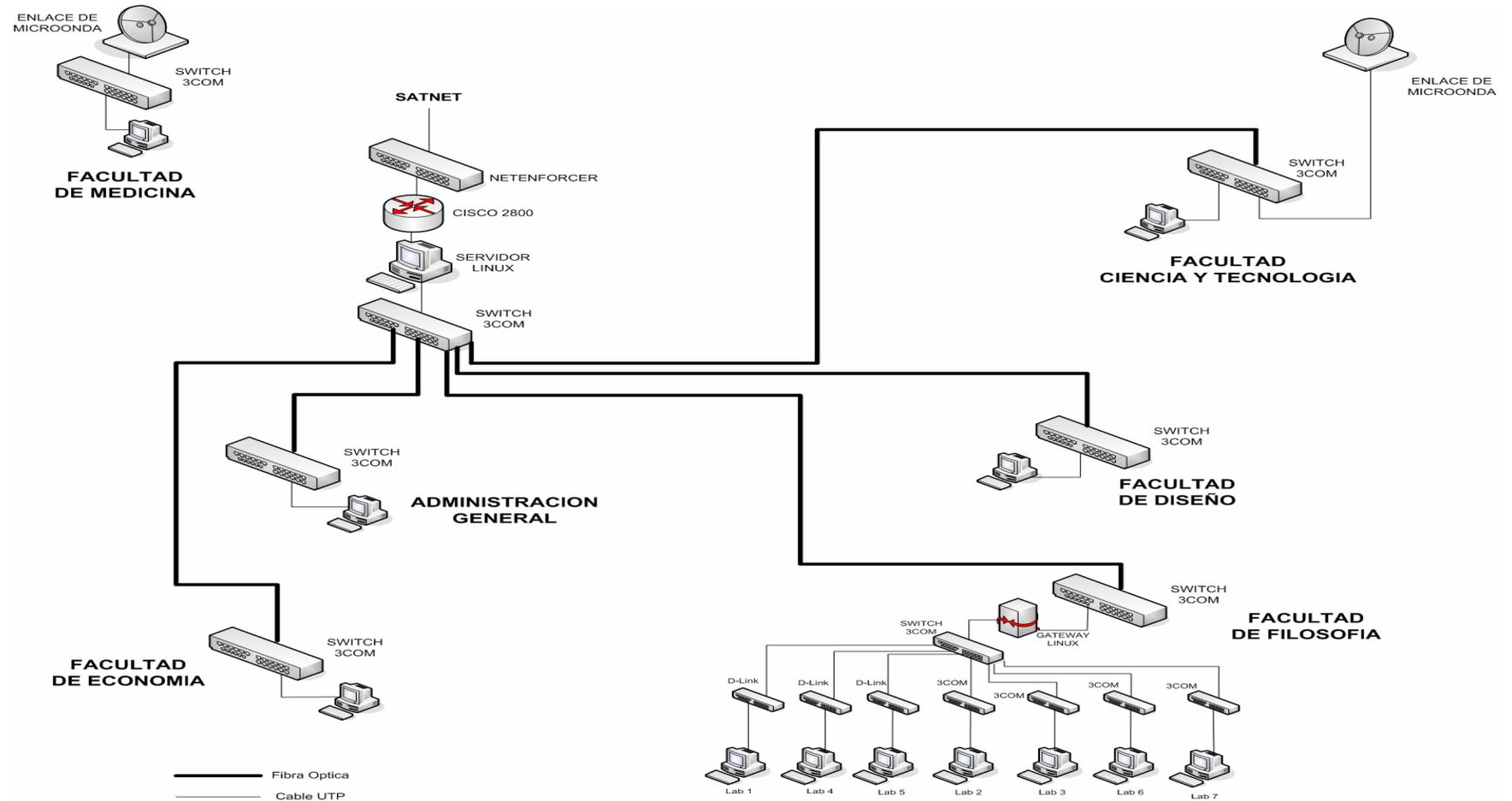
En cada Facultad se encuentra un Switch 3COM modelo 4228G que recibe la fibra y distribuye hacia cada computador que requiera Internet; la Facultad de Filosofía en su último piso se encuentran los laboratorios que vamos a describir a continuación:

Llega la señal de datos al Switch 3COM modelo 4228G que recibe la fibra, mediante un Servidor Proxy hacemos gateway (pasarela) con otro Switch 3COM modelo 4228G del cual reparto la señal hacia los 7 laboratorios existentes.

Hay 3 laboratorios concretamente 1, 4 y 5 usan Switch D-Link modelo DES-1024D para repartir la señal en sus computadores, en los restantes laboratorios concretamente 2, 3, 6 y 7 se utiliza Switch 3COM modelo 4228G.

Para llegar a la Facultad de Medicina lo hacemos mediante un enlace de microonda de 54 Mbps que se encuentra ubicado en la Facultad de Ciencia y Tecnología, llegando a un Switch 3COM modelo 4228G, desde este se reparten a las computadoras para el acceso al Internet y aplicaciones internas de la Universidad.

ESQUEMA ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE LA UDA



1.3 TELEFONÍA ANALÓGICA Y DIGITAL.

1.3.1 Señalización telefónica

Las técnicas de señalización son usadas para supervisión, direccionamiento y para alerta.

La supervisión involucra la detección de cambios en el estado del lazo o la troncal. Una vez que los cambios son detectados, el circuito de supervisión genera una respuesta predeterminada como cerrar un lazo y completar la llamada.

Las señales de direccionamiento pasan los dígitos marcados a un PBX (Private Branch Exchange) o a un CO (Central Office), el cual se encarga de definir una ruta para el número requerido.

Las señales de alerta proveen sonidos (tonos) para el usuario, indicando ciertas condiciones como una llamada entrante o que el teléfono marcado esta ocupado o que esta timbrando.

Señalización manual.-

En este tipo de señalización no se transmite información de dial ni de ruteo, fue usada en los PMAXs (Private Manual Branch Exchange). Actualmente ya no se encuentran estos esquemas de señalización.

Existen 2 tipos de esta señalización, que se los conocen como Manual Ringdown y Auto RingDown

Manual ringdown.-

Usado en aplicaciones punto a punto donde la persona que llamaba tenía que aplastar un botón para generar un voltaje que se transmitía al teléfono de la persona con la que queríamos hablar haciendo timbrar el teléfono.

Auto ringdown.-

Usando en aplicaciones punto a punto donde la persona que llama al momento de levantar el fono, alertábamos al otro teléfono de que tenía una llamada. No se tenía que aplastar ningún botón, se puede decir que ese botón es la acción de levantar el fono.

SEÑALIZACIÓN ANALÓGICA

Las señales analógicas representan información como una señal variable continua cuantificada con nivel de voltaje.

Antes de que las técnicas digitales fueran desarrolladas, los sistemas de señalización eran analógicos. Hoy en día la mayoría de sistemas de comunicación de voz utilizan centrales telefónicas digitales, pero todavía existe un gran número de usuarios que utilizan interfases analógicas. Muchas organizaciones, especialmente las compañías que hacen negocios financieros requieren conexiones dedicadas de voz de punto a punto, por lo que usan interfases analógicas, ya que muchos de los negocios que realizan lo hacen por medio de una llamada telefónica, usando los canales de voz en tiempo real, con interfases analógicas.

Estamos en un mundo de alta tecnología, donde se dan comunicaciones digitales de altas velocidades, pero a pesar de ello todavía se usa mucho la tecnología analógica y la vamos a seguir usando por muchos años más.

Los métodos más comunes de señalización analógica son: Loop Start, Ground Start, E&M y AC15.

Señalización Loop Start (Lazo de retorno).-

Es una técnica de señalización de supervisión que provee una manera de indicar las condiciones on hook y off hook en una red telefónica. La señalización Loop Start es usada principalmente para la conexión entre el teléfono y la central Pública.

Esta técnica de señalización puede ser usada en una de las siguientes conexiones:

- Teléfono a una Central Pública
- Teléfono a un PBX
- PBX a la Central Pública

Esta técnica de señalización Loop Start no es muy conveniente debido a que cuando una persona es llamada, la central pública la conecta inmediatamente pero no logra mandar la señal para que timbre el teléfono antes de que la persona conteste; el proceso para lograr enviar la señal dura aproximadamente 4 seg., es por eso que en muchas ocasiones cuando uno levantaba el teléfono se encontraba con la sorpresa de que alguien estaba en la línea.

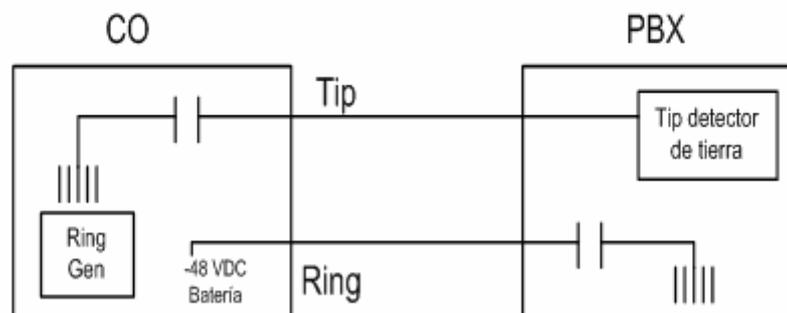
Señalización Ground Start (Puesta a tierra).-

Es una técnica de señalización de supervisión, parecido a la señalización loop start; provee la información para indicar si el sistema está on hook o off hook. Este tipo de señalización es frecuentemente usada en conexiones de central pública a central pública. La principal diferencia con la señalización loop start es que esta requiere la detección de un señal de tierra que ocurre en los dos puntos de la conexión antes de que el circuito se haya cerrado.

Esta técnica fue diseñada para eliminar la probabilidad de los “glares (No timbrado en el teléfono)” que se daban con la señalización loop start.

Cuando existe una llamada entrante la Central Pública envía por medio de la línea ring una señal de timbrado (90 V a 20Hz.),

Señalización de la telefonía análoga Supervisión - Tierra



En este gráfico vemos que las líneas tip y ring están desconectadas de la tierra. El PBX está constantemente monitoreando si la línea Tip se aterriza y la Central Pública monitorea si la línea ring se aterriza.

El PBX aterriza la línea ring para indicarle a la Central Pública que hay una llamada entrante. La central detecta que la línea ring se ha aterrizado y aterriza la línea tip. El

PBX censa de que la línea tip esta aterrizada y responde desactivando la línea de ground de tierra y uniéndola con la línea tip.

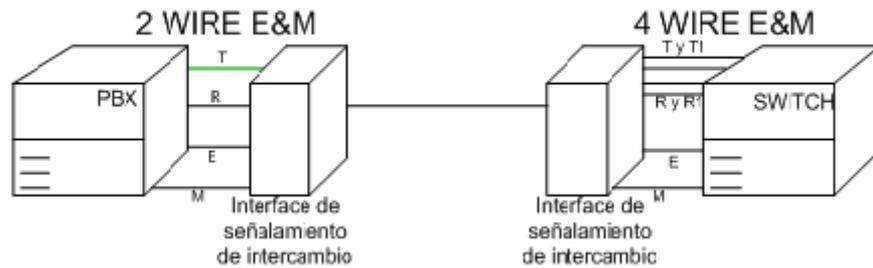
Señalización E&M.-

Los términos E&M significan Ear (oreja) y Mouth (boca). La señalización E&M es usada para soportar las facilidades de las líneas y para la comunicación entre switches de voz.

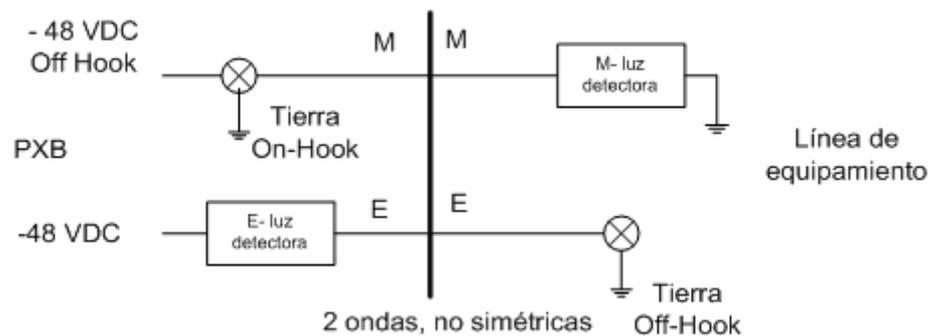
En la señalización E&M en vez de superponer voz y señalización en el mismo cable, usa rutas separadas para cada una. La línea M (mount) o trasmisor envía la señal y la línea E (Ear) o receptor, recibe la señal.

El tipo I de señalización E&M es usado en América del Norte. El tipo II, III y IV tiene 4 hilos, un hilo es la línea E y la segunda es la línea M. Los otros 2 hilos son SG (signal Ground, señal de tierra) y SB (Signal Battery, señal de batería). En el tipo II SG y SB son las rutas de regreso para las líneas M y E, en el tipo III se usa SG para proveer la tierra común. El tipo IV no requiere tierra común, ya que cada lado cierra un lazo de corriente, este flujo de corriente es detectado vía una carga resistiva para indicar la presencia de la señal.

A continuación se puede apreciar la conexión de las líneas E&M en un sistema de 2 y 4 hilos de cobre para la voz.



Por ejemplo, si se desea llamar a un amigo en una oficina remota, la PBX necesita rutear un requerimiento sobre su línea al otro PBX o Switch para uso de la troncal entre los dos sitios. La PBX hace la petición activando su línea M. El otro PBX detecta el requerimiento cuando detecta un flujo de corriente en su línea E, el otro PBX manda la señal de tono y el PBX envía los dígitos del número solicitado. El PBX remoto activa su línea M para notificar que la llamada ha esta terminada.



Señalización AC.-

Los esquemas de señalización AC fueron usados (todavía se usa en algunos lugares), en vez de la señalización DC (E&M), para la transmisión de conexiones analógicas de largas distancias entre PBX.

Cuando la información de voz y señalización es llevada en la misma ruta, un pequeño amplificador puede ser usado para regenerar la señal. En el caso de un

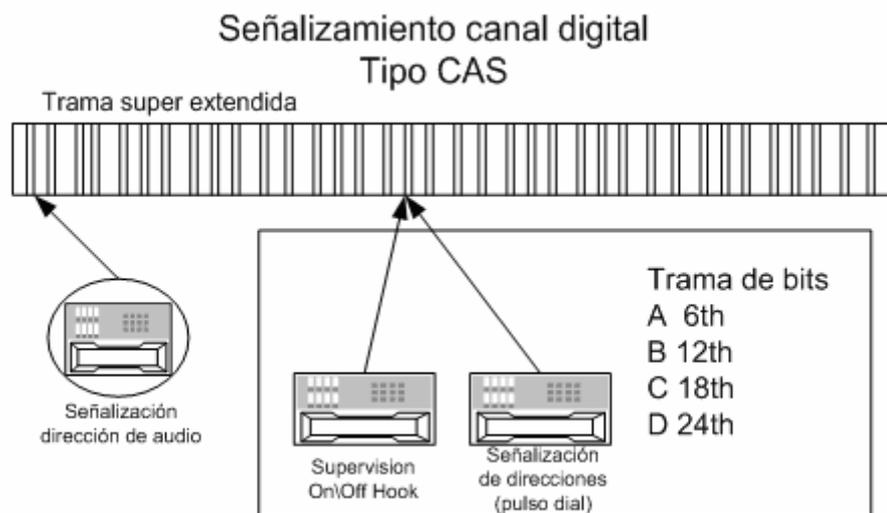
sistema de señalización DC para largas distancias es necesario amplificadores en el trayecto tanto para la información de voz como para la de señalización. La señalización E&M fue una de las primeras en transmitirse a largas distancias, por lo que fueron las primeras en usar el esquema de señalización AC.

AC15 fue el nombre que se le dio a este esquema; tiene muchas variaciones tales como AC15 – A, AC15 – B, AC15 – C, AC15 – D, de las cuales todas usan “tone on idle”, una frecuencia base de 2280 Hz, y se transmiten sobre 4 hilos.

SEÑALIZACIÓN DIGITAL

Señalización de Canal Asociado (CAS):

CAS es la transmisión de la información de señalización dentro del canal de voz, o in band signaling. Esto significa que las señales de voz viajan en el mismo canal con la información de supervisión, direccionamiento y señales de alarma.



Señalización de Canal Común (CCS):

En contraste con CAS, CCS no tiene definido los bits asociados con los canales de voz, en vez de esto, uso protocolos de transmisión de datos para transmitir mensajes relacionados como el estado de la llamada, call setup, cleardown, transfer, etc. No existe límite para el número de funciones que puede desempeñar sin embargo el número de funciones que podría manejar esta limitado por la estandarización.

Los protocolos CCS son usados comúnmente con troncales de interfaces digitales, sin embargo algunos sistemas también permiten que se use este esquema con troncales analógicas, en estos casos se requiere de una ruta digital para la señalización.

CCS es referido como un sistema de señalización out of band, porque la señalización no sigue necesariamente la misma ruta que los canales de voz que este soporta, como lo hace el sistema CAS.

Normalmente el canal de señalización CCS es llevado en el timeslot 24 para una troncal DS-1, en el timeslot 16 para una troncal E1. En algunos sistemas el canal para la señalización CCS permite que se lo use para voz, permitiendo de esta manera usar los timeslot 24 o 16 dependiendo para transmitir voz.

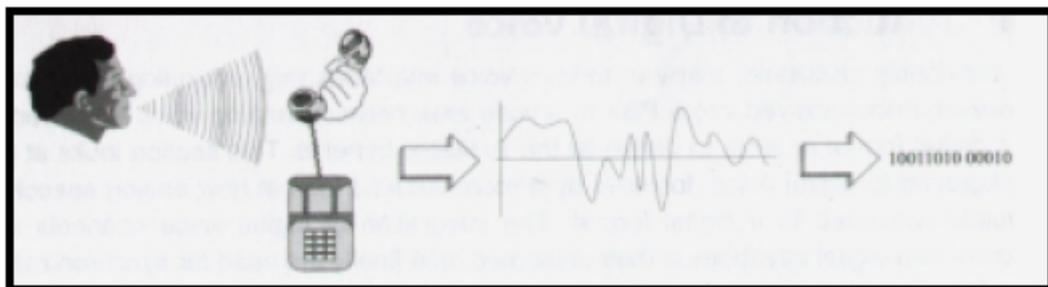
1.3.2 Voz digital

Las señales digitales representan valores discretos que nos son continuos representado por dígitos binarios (bits) usualmente los unos 1s y los ceros 0s.

Las señales analógicas pueden ser convertidas a señales digitales por un codec (codificador, decodificador). Un codec realiza esta operación muestreando, cuantificando y codificando la señal. Los codecs son usados para convertir los canales de voz analógica a canales de 64 Kbps digitales.

Las señales digitales pueden ser multiplexadas o combinadas en un mismo medio físico, lo cual reduce el número de cables necesarios para transmitir múltiples llamadas telefónicas.

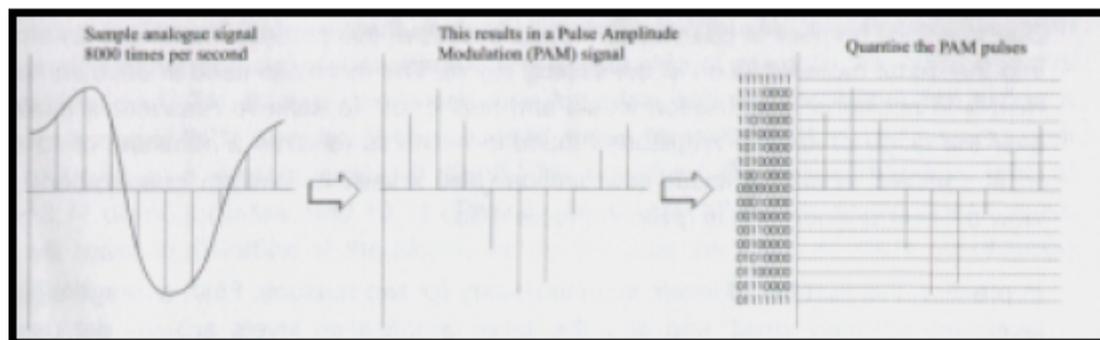
Cuando una persona habla, crea variaciones de presión en el aire, el teléfono recoge estos cambios de presión y los convierte en señales eléctricas que son análogas a la señal acústica e la persona.



Cuantificación:

La señal analógica es muestreada a un valor de 8000 veces por segundo. Esta razón es derivada de una teoría de Harry Nyquist, el cual dice que *la razón de muestreo tiene que ser por lo menos el doble de la máxima frecuencia de la señal a ser muestreada*. Su resultado es PAM, el cual es una serie de pulsos que representan la amplitud de la señal analógica; cada muestra PAM es comparada a un rango de niveles fijos de cuantificación, cada uno de los cuales es representado por un valor fijo binario, el patrón binario del nivel de cuantificación más cercano es el que se usa para representar la muestra PAM.

Debido a los finitos niveles de cuantificación disponibles, este proceso introduce un error en la representación digital de la señal analógica. Para tener una conversión aceptable es necesario un mínimo de 12 bits. En la práctica, este número de niveles es innecesario por 2 razones: primero los niveles promedio de una señal son normalmente pequeños, y solo los niveles de cuantificación más bajos son los que se usan; segundo, el oído humano opera de una manera logarítmica, siendo más sensitivo a escuchar las distorsiones en los niveles más bajos que en los altos.



Como resultado se ha desarrollado una técnica que reduce lo niveles de cuantificación reteniendo múltiples niveles de cuantificación para amplitudes bajas y pocos para amplitudes altas.

Existen 2 tipos de técnicas de cuantificación: A-law y μ -law PCM, cada uno de los cuales usa una regla diferente para el proceso de cuantificación.

A-law y μ -law son cadenas de bits de 64Kbps usando palabras de 8 bits. La diferencia entre la señal analógica original y los niveles de cuantificación asignados

es llamada error de cuantificación; esto es la fuente de distorsión en la transmisión de los sistemas digitales.

Codificación:

De las 8000 muestras por segundo que se toman se generan palabras de 8 bits que representan:

- Polaridad
- Segmento, especifica el segmento (voltaje). Existen 16 segmentos: 8 positivos y 8 negativos.
- Step (paso), representa la división entre los segmentos, hasta 16 pasos (gradientes o divisiones).

Los tipos de codificación que existen son:

- PCM, pulse code modulation (código de modulación de pulso)
- ADPCM, Adaptive Differential Pulse Code modulation (Código de modulación diferencial)
- LPC, Linear predictive coding. (Codificación lineal predictiva)
- Channel, canal.
- Phase, fase.
- APC, adaptive predictive coding (Codificación predictiva)
- CELP, Code excited linear predictive (Código predictivo lineal de excitación)
- SELP, Self excited linear predictive.

1.3.3 PBX

Un PBX es un sistema telefónico privado que pertenece a una organización cuyo objetivo es proveer comunicaciones de voz (algunas veces datos) a sus usuarios dentro de la misma.

Hoy en día existen los PBX automáticos que ofrecen muchas facilidades como contestación automática, retrollamada, transferencia de llamada, llamada en espera, conferencia captura de Llamada, no molestar, redial (último número marcado en línea externa), intrusión, mensaje en espera manual, libre en la segunda línea, marcación por nombre, etc.

Los usuarios pueden comunicarse unos a otros dentro de su propia organización simplemente marcando el número de la extensión, para comunicarse con una persona que no pertenezca a la misma red de comunicación interna, el PBX necesariamente tiene que enrutar la llamada hacia la Red Pública conmutado de telefonía (PSTN), esto usualmente involucra marcar un código de acceso, como el 9 o el 0 seguido del número completo de la persona a quien se quiere llamar.

La mayoría de los grandes sistemas PBX son digitales. Esto significa que ellos enrutan sus conexiones a una forma digital transformando la voz (señal analógica) en una señal digital por medio del PCM.

Características del PBX moderno.-

EL corazón de un PBX es un control común y una matriz de conmutación. El control común actúa como el cerebro y controla la operación completa del PBX. Dentro de

sus funciones reconoce cuando el usuario ha levantado el fono y esto le indica que tiene que activar el generador de tono que se lo envía al usuario, interpreta el número que se ingresó y enruta la llamada a una interfase de línea o a alguna troncal. La matriz de conmutación digitaliza la voz y ubica la llamada en una canal de 64 Kbps que pertenece a una troncal grande E1 o T1, existiendo por medio de este sistema más canales de 64 Kbps para poder ser usados en alguna otra llamada.

Las interfases de un PBX vienen en 2 principales tipos: extensiones y troncales.

Extensiones son dispositivos que se los conecta a los usuarios como un teléfono análogo o digital, también existen otros dispositivos tales como terminales de data.

Las troncales son enlaces compartidos que transmiten llamadas entrantes o salientes en el PBX a otro PBX. Las troncales analógicas solo pueden soportar una comunicación a la vez, mientras que las troncales digitales pueden soportar muchas conexiones simultáneas a la vez.

Las troncales pueden ser clasificadas en 2 tipos: Troncales del sistema PSTN (también llamadas troncales CO) y troncales privadas. Las troncales públicas conectan el PBX a la red telefónica pública, y las troncales privadas conectan el PBX a otros PBX que son parte de una misma red privada.

Interfases de voz en un PBX.-

Existen 3 tipos de interfases de voz disponibles en los sistemas PBX:

Interfase de líneas.-

Son las interfases que están en el PBX y a las cuales se conecta la extensión. Estas interfases dependiendo de las características pueden manejar diferentes tipos de teléfonos:

- Conexión para teléfonos analógicos de 2 hilos con señalización loop disconnect/loop start.
- Conexión para teléfonos analógicos sobre 2 o 4 hilos que tiene las características del propietario del PBX, estos teléfonos permiten funciones adicionales a los teléfonos normales.
- Conexión digital sobre 4 hilos para estándares ISDN

Interfases privadas de troncales.-

Estas interfases proveen los enlaces entre diferentes PBX's dentro de una red privada telefónica donde existen varios PBX's. Estas tarjetas permiten el ruteo de la llamada de un PBX a otros sin la necesidad de involucrar a la red pública, evitando de esta manera un costo adicional. Estas interfases casi siempre incluyen:

- Conexiones de 2 o 4 hilos con señalización E&M
- Conexión analógica de 4 hilos con señalización AC15
- Troncales digitales que soportan señalización CAS o CCS.

Interfases públicas de troncales.-

Estas proveen el acceso desde el PBX al PSTN (Public Switched Telephone Network) para llamadas entrantes y salientes. Estas interfases típicamente incluyen:

- Troncales analógicas Ground Start sobre 2 hilos, llamadas entrantes y salientes.
- DDI sobre 2 hilos, solo para llamadas entrantes.
- Troncales digitales que soportan CAS o CCS.

1.4 Posibilidades de crecimiento de la infraestructura actual de voz y datos de la Universidad del Azuay.

1.4.1 Capacidad actual de la red de voz y cálculos de crecimiento futuro.

Red primaria

La Universidad del Azuay cuenta con una acometida de 50 pares de cobre, estos pares se reparten en todo el Campus: de las 16 líneas que se encuentran en la caja de distribución 2 líneas están dedicadas para el uso de fax, 1 línea esta dedicada para la comunicación con los bancos en Tesorería, 1 línea para Consultorio Jurídico, 1 línea para UDAFE, 1 línea para CAU; las líneas sobrantes están conectadas al PBX.

Si se quisiera tener más pares de cobre, necesariamente se tendría que construir otra acometida que debería instalarse junto a la ya existente, tendría que ser de 50 pares para uso futuro, cabe recalcar que este trabajo se debería hacer lo más pronto posible.

Red secundaria

La UDA cuenta con una red interna que sale desde la caja de distribución intermedia que se encuentra junto a la Imprenta, desde aquí salen los pares de cobre hacia los edificios del campus universitario, entendiéndose parte administrativa y facultades.

La disponibilidad de puntos de voz (extensiones) que se pueden conectar es grande, y eso lo podemos ver por las capacidades de los cables que salen desde la caja de distribución intermedia, de la siguiente manera:

- 1 cable de 10 pares (Administración General)
- 1 cable de 30 pares (Centro de Cómputo)
- 1 cable de 20 pares (Biblioteca)
- 1 cable de 30 pares (Ciencia y Tecnología)
- 1 cable de 20 pares (Prekinder)
- 1 cable de 30 pares (Facultad de Filosofía)

Haciendo un cálculo de cuantas extensiones telefónicas pueden existir en el Campus por su red interna, se llega a 150 extensiones aproximadamente. Actualmente hay cerca 100 extensiones instaladas, eso nos indica que internamente hay capacidad de crecimiento en lo que ha extensiones telefónicas se refiere.

PBX

La capacidad del PBX ALCATEL OFFICE de la UDA es de 100 extensiones telefónicas, de las cuales actualmente hay instaladas 100 extensiones en su totalidad, con esto se requiere una urgente actualización a la central telefónica de la Universidad, ya que la central se ha tornado lenta, dándose problemas inclusive en la parte operativa de la central, ya que las llamadas en ciertas ocasiones no son transferidas hacia el destinatario final; la actualización por lo tanto sería más bien la de una nueva instalación dotándola si es posible de una nueva central y siendo está ya una central digital.

1.4.2 Capacidad actual del backbone de datos y proyecciones futuras de crecimiento.

Considerando que en los últimos 5 años no han existido cambios o incrementos considerables en el Backbone propiamente dicho (el diseño se ha mantenido igual), más bien lo se ha hecho un crecimiento en las Redes Remotas (Nuevos Edificios y Oficinas en el Campus) lo que ha demandado únicamente disponibilidad de puertos físicos de acceso Ethernet en el Backbone, esto se ha cubierto con los switches ya existentes y con equipos adicionales para la conmutación de usuarios (Switches de capa 2), para la Facultad de Medicina.

Si bien el hardware de Backbone no esta siendo utilizado al 100% de su capacidad, no urge la necesidad de analizar otras opciones de reemplazo de esta infraestructura.

Hardware de conexión a las facultades.-

Actualmente el 75% de las conexiones de las Redes de las Facultades u Oficinas Remotas dentro del Campus con el Backbone, se realizan mediante fibra óptica hacia equipos de conexión con características de Switching de Capa 3, es decir Switches-Routers, esta tendencia se mantiene debido a la facilidad de adquirir estos equipos en comparación con adquirir nuevos módulos del hardware de, ya que los Switches de Capa 3 son mucho más económicos y existe una gran cantidad de marcas disponibles en el mercado.

Sobre la capacidad de crecimiento en la red de datos, depende de la cantidad de puertos que se requieran en las nuevas redes remotas, pero considerando el bajo costo y la facilidad de conexión, podríamos afirmar que no hay limitaciones en estos

equipos, ya que si necesitara mayor cantidad de puertos de switcheo de Capa 3, se puede agregar otro switch y conectarlos entre sí con una conexión troncal (trunk) a velocidades mayores a los 100 Mbps o hasta 1 Gbps de conexión Ethernet.

Consumo del ancho de banda.-

El consumo del ancho de Banda que consume el Backbone en promedio tiende ya a ser un problema, ya que con la implantación de nuevos laboratorios y facultades se vería una notable disminución en la velocidad de acceso hacia el Internet y aplicaciones propias de la Universidad.

Cabe observar que el enlace de Acceso al Internet el cual es de una capacidad de 1 Mbps, se está saturado la mayor parte del tiempo (de 14:00 a 21:00 horas aproximadamente), eso se debe a que este acceso de la red de datos del campus universitarios la comparten las secretarías, las asociaciones de escuela, y los laboratorios de cada facultad con la parte administrativa y el Centro de Cómputo; por lo que se debe analizar la posibilidad de incrementar este ancho de banda, considerando especialmente los planes de crecimiento que la UDA contemple dentro de su plan de negocios, este crecimiento aproximadamente es de 300 usuarios por año, es decir un tráfico aproximado de 900 Kbps por año, lo cual implicaría en la situación actual duplicar el ancho de banda a 2 Mbps.

1.5 ¿Qué es Telefonía IP?

En su definición más básica, la Telefonía IP se define como una aplicación de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de conmutación de paquetes, por medio del protocolo IP (Internet Protocol), la ventaja real de esta tecnología es la transmisión de voz de forma gratuita, ya que viaja como datos.

1.5.1 Qué es Voz sobre IP?

La Voz sobre IP (VoIP, Voice over IP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

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.

Actualmente tenemos dos conceptos que son similares y que frecuentemente se confunden, que es la Telefonía por Internet y la Voz sobre IP (VoIP). El primero implica la posibilidad de enviar voz mediante su conversión en un formato especial para que viaje por Internet, siempre y cuando no sea en tiempo real; mientras que el segundo es la integración del servicio de envío de voz con el de datos.

La Telefonía IP es una aplicación inmediata, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, Gateways y teléfonos estándares; en general, servicios de comunicación - voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz - que son transportados vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

1.5.2 ¿En qué se diferencia Telefonía IP de la telefonía tradicional?

En una llamada telefónica normal, la central telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que se utiliza para llevar las señales de voz. En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino para llegar ya que están compartiendo un medio de transmisión, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal analógica.

1.5.3 Diferencias básicas entre los sistemas de telefonía:

	Tradicional	IP
Origen	El teléfono convierte el sonido en señales eléctricas. Estas son convertidas en ondas de luz y transmitidas por medio de fibras ópticas a la central pública local.	Se disca un número local con un teléfono convencional. La voz viaja como ondas analógicas por las líneas públicas telefónicas
Ruteo	La central pública transfiere la llamada al prestador de larga distancia. La llamada viaja entonces por otro cable o por una antena y es transmitida a un sistema	La Oficina Central recibe la llamada (al igual que datos de computadoras y faxes) y es dirigida a un Gateway IP.

	de satélite, en el caso de ser internacional.	
		El Gateway IP convierte la llamada a una cadena de paquetes binarios, que son direccionados y enviados a través de Internet.
		Los paquetes viajan por el ciberespacio, en busca de su destino final
		Un Gateway IP reagrupa los paquetes de datos, y los convierte a ondas acústicas.
		La Oficina Central recibe las ondas y las guía a su destino final
Recepción	Otra antena recibe las ondas, las convierte a ondas de luz y las envía a una central pública local. Allí son transformadas en ondas eléctricas que el receptor convierte luego en sonidos.	El destinatario recibe la llamada, utilizando un teléfono convencional.

1.5.4 Cómo funciona la Telefonía IP?

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

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: conversión de la señal de voz analógica a formato digital y compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión, en la recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar la señal de voz analógica original.

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet a la persona con la que queremos establecer la comunicación. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en señal analógica de voz.

1.5.5 Elementos de la Telefonía IP

El modelo de la voz sobre IP está formado por tres principales elementos:

- **El cliente.** Es el que establece y termina las llamadas de voz. Codifica, empaqueta y transmite la información de salida generada por el micrófono del usuario. Asimismo, recibe, decodifica y reproduce la información de

voz de entrada a través de los altavoces o audífonos del usuario. Cabe destacar que el elemento *cliente* se presenta en dos formas básicas: la primera es una suite de software corriendo en una PC que el usuario controla mediante una interfase gráfica (GUI); y la segunda puede ser un cliente “virtual” que reside en el gateway.

- **Servidores.** El segundo elemento de la telefonía IP está basado en servidores, los cuales manejan un amplio rango de operaciones complejas de bases de datos, tanto en tiempo real como fuera de él. Estas operaciones incluyen validación de usuarios, tasación, contabilidad, tarifas, recolección, distribución de utilidades, enrutamiento, administración general del servicio, carga de clientes, control del servicio, registro de usuarios y servicios de directorio entre otros.
- **Gateways (Pasarelas).** El tercer elemento lo conforman los gateways de telefonía IP, los cuales proporcionan un puente de comunicación entre los usuarios. La función principal de un gateway es proveer las interfases con la telefonía tradicional apropiada, funcionando como una plataforma para los clientes virtuales.

Estos equipos también juegan un papel importante en la seguridad de acceso, la contabilidad, el control de calidad del servicio (QoS; Quality of Service) y en el mejoramiento del mismo.



1.5.6 Requerimientos de una red para soportar VoIP

A continuación se mencionan aspectos importantes que se deben tener en la red IP para implantar este servicio en tiempo real:

- Manejar peticiones RSVP (Protocolos de Reserva) que es un protocolo de reservación de recursos.
- El costo de servicio debe estar basado en el enrutamiento para las redes IP.
- Donde se conecta con la red pública conmutada un interruptor de telefonía IP debe soportar el protocolo del Sistema de Señalización 7 (SS7), SS7 se usa eficazmente para fijar llamadas inalámbricas y con línea en la PSTN y para acceder a los servidores de bases de datos de la PSTN. El apoyo de SS7 en interruptores de telefonía IP representa un paso importante en la integración de las PSTN y las redes de datos IP.
- Se debe trabajar con un comprensivo grupo de estándares de telefonía (SS7, Recomendación H.323) para que los ambientes de telefonía IP y PBX/PSTN/ATM vídeo y Gateway telefónica puedan operar en conjunto en todas sus características

1.5.7 El estándar VoIP

Definido en 1996 por la ITU (International Telecommunications Union – Unión Internacional de Telecomunicaciones) proporciona a los diversos fabricantes una serie de normas con el fin de que puedan evolucionar en conjunto.

Por su estructura el estándar proporciona las siguientes ventajas:

- Permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento de las redes de datos.
- Proporciona el enlace a la red telefónica tradicional.

Al tratarse de una tecnología soportada en IP presenta las siguientes ventajas adicionales:

- Es independiente del tipo de red física que lo soporta.
- Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.

El Gateway (Pasarela) sirve de enlace entre la RTC (Red Telefónica Conmutada) / RDSI y la zona H.323 (VoIP). A su vez existe un Gatekeeper que realiza el control de llamadas y la gestión del sistema de direccionamiento. El router permitiría enlazar con otras redes H.323 sin necesidad de utilizar la RTC, resultando todas las llamadas

a zonas H.323 totalmente gratuitas, con la ventaja de ahorro de costes que esto supone para las empresas.

CAPITULO II

2. SOLUCION DE LA CONVERGENCIA VOZ, DATOS Y VIDEO, Y DE TELEFONÍA IP.

2.1 TECNOLOGÍA PROPUESTA PARA LA MIGRACION HACIA TELEFONIA IP

2.1.1 Protocolo para transmisión de datos TCP/IP

La arquitectura TCP/IP esta hoy en día ampliamente difundida, a pesar de ser una arquitectura de facto. Esta arquitectura se empezó a desarrollar como base de la ARPANET (red de comunicaciones militares del gobierno de los EE.UU.), y con la expansión de la INTERNET se ha convertido en una de las arquitecturas de redes más difundida.

Antes de continuar, pasemos a ver la relación de esta arquitectura con respecto al modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de sistemas abiertos) de la ISO, así como el modelo de referencia OSI posee siete niveles (o capas), la arquitectura TCP/IP viene definida por 4 niveles: el nivel de subred [enlace y físico], el nivel de interred [Red, IP], el protocolo proveedor de servicio [Transporte, TCP o UDP], y el nivel de aplicación.

El Protocolo Internet (*Internet Protocol – IP*).

El protocolo IP es lo principal del modelo OSI, así como parte integral del TCP/IP.

Las tareas principales del IP son el direccionamiento de los data gramas de

información y la administración del proceso de desfragmentación de dichos data gramas.

El data grama es la unidad de transferencia que el IP utiliza, algunas veces identificada en forma más específica como data grama Internet o data grama IP.

Las características de este protocolo son:

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

La entrega del data grama en IP no está garantizada porque ésta se puede retrasar, enrutar de manera incorrecta o mutilar al dividir y reensamblar los fragmentos del mensaje. Por otra parte, el IP no contiene suma de verificación para el contenido de datos del data grama, solamente para la información del encabezado.

En cuanto al ruteo (encaminamiento) este puede ser:

- Paso a paso a todos los nodos.
- Mediante tablas de rutas estáticas o dinámicas.

Direccionamiento IP.-

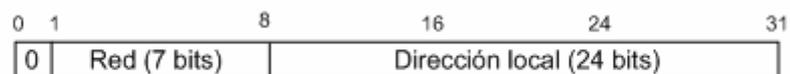
El TCP/IP utiliza una dirección de 32 bits para identificar una máquina y la red a la cual está conectada. Únicamente el NIC (Centro de Información de Red) asigna las

direcciones IP (o Internet), aunque si una red no está conectada a Internet, dicha red puede determinar su propio sistema de numeración.

Hay cuatro formatos para la dirección IP, cada uno de los cuales se utiliza dependiendo del tamaño de la red. Los cuatro formatos, Clase A hasta Clase D (aunque últimamente se ha añadido la Clase E para un futuro).

Clase A

Las direcciones de Clase A corresponden a redes grandes con muchas máquinas. Las direcciones en decimal son 0.1.0.0 hasta la 126.0.0.0 (lo que permite hasta 1.6 millones de hosts (anfitrión)).



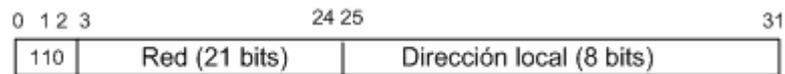
Clase B

Las direcciones de Clase B sirven para redes de tamaño intermedio, y el rango de direcciones varía desde el 128.0.0.0 hasta el 191.255.0.0. Esto permite tener 16320 redes con 65024 host en cada una.



Clase C

Las direcciones de Clase C tienen sólo 8 bits para la dirección local o de anfitrión (host) y 21 bits para red. Las direcciones de esta clase están comprendidas entre 192.0.1.0 y 223.255.255.0, lo que permite cerca de 2 millones de redes con 254 hosts cada una.



Clase D

Las direcciones de Clase D se usan con fines de multidifusión, cuando se quiere una difusión general a más de un dispositivo. El rango es desde 224.0.0.0 hasta 239.255.235.255.



Conceptualmente, cada dirección está compuesta por un par (RED (netid), y Dir. Local (hostid)) en donde se identifica la red y el host dentro de la red.

La clase se identifica mediante las primeras secuencias de bits, a partir de los 3 primeros bits (de orden más alto).

Cabe decir que, las direcciones de clase E (aunque su utilización será futura) comprenden el rango desde 240.0.0.0 hasta el 247.255.255.255; por tanto, las direcciones IP son cuatro conjuntos de 8 bits, con un total de 32 bits.

Por comodidad estos bits se representan como si estuviesen separados por un punto, por lo que el formato de dirección IP puede ser red.local.local.local para Clase A hasta red.red.red.local para clase C.

A partir de una dirección IP, una red puede determinar si los datos se enviarán a través de una compuerta (Gateway, ROUTER). Obviamente, si la dirección de la red es la misma que la dirección actual (enrutamiento a un dispositivo de red local,

llamado host directo), se evitará la compuerta; pero todas las demás direcciones de red se enrutarán a una compuerta para que salgan de la red local. La compuerta que reciba los datos que se transmitirán a otra red, tendrá entonces que determinar el enrutamiento con base en la dirección IP de los datos y una tabla interna que contiene la información de enrutamiento.

Otra de las ventajas que ofrece el direccionamiento IP es el uso de direcciones de difusión (broadcast addresses), que hacen referencia a todos los host de la misma red. Según el estándar, cualquier dirección local (host id) compuesta toda por 1s (unos) está reservada para difusión (broadcast). Por ejemplo, una dirección que contenga 32 1s se considera un mensaje difundido a todas las redes y a todos los dispositivos. Es posible difundir en todas las máquinas de una red alterando a 1s toda la dirección local o de anfitrión (hostid), de manera que la dirección 147.10.255.255 para una red de Clase B se recibiría en todos los dispositivos de dicha red; pero los datos no saldrían de dicha red.

La mayor ventaja de la codificación de información de red en las direcciones de red en IP tiene una ventaja importante: hacer posible que exista un ruteo eficiente, otra ventaja es que las direcciones de red IP se pueden referir tanto a redes como a anfitriones (hosts). Por regla, nunca se asigna un campo hosteid igual a 0 a un anfitrión individual. En vez de eso, una dirección IP con campo hostiad a 0 se utiliza para referirse a la red en sí misma.

Mensajes de error y control en IP (ICMP).-

Como hemos visto anteriormente, el Protocolo Internet (IP) proporciona un servicio de entrega de data gramas, no confiable y sin conexión, al hacer que cada router direcciones los data gramas. Si un router no puede, por ejemplo, rutear o entregar un data grama, o si el router detecta una condición anormal que afecta su capacidad para direccionarlo (congestionamiento de la red), necesita informar a la fuente original para que evite o corrija el problema.

Para permitir que los routers de una red reporten los errores o proporcionen información sobre circunstancias inesperadas, se agregó a la familia TCP/IP un mecanismo de mensajes de propósito especial, el *Protocolo de Mensajes de Control Internet (ICMP)*. El ICMP permite que los routers envíen mensajes de error o de control hacia otros routers o anfitriones, proporcionando una comunicación entre el software de IP en una máquina y el mismo software en otra.

Cuando un data grama causa un error, el ICMP sólo puede reportar la condición del error a la fuente original del data grama; la fuente debe relacionar el error con un programa de aplicación individual o debe tomar alguna otra acción para corregir el problema.

Protocolo de control de transmisión (TCP).-

En el nivel más bajo, las redes de comunicación proporcionan una entrega de paquetes no confiable. Los paquetes se pueden perder o destruir debido a errores (falla del hardware, sobrecarga de la red,...). Las redes que rutean dinámicamente los paquetes pueden entregarlos en desorden, con retraso o duplicados. En el nivel más

alto, los programas de aplicación a menudo necesitan enviar grandes volúmenes de datos de una computadora a otra. Utilizar un sistema de entrega de conexión y no confiable para transferencias de grandes volúmenes de información resulta ser la peor opción. Debido a esto, el TCP se ha vuelto un protocolo de propósito general para estos casos.

La interfaz entre los programas de aplicación y la entrega confiable (es, decir, las características del TCP) se caracterizan por tres funciones:

Servicio Orientado a Conexión: El servicio de entrega de flujo en la máquina destino pasa al receptor exactamente la misma secuencia de bytes que le pasa el transmisor en la máquina origen.

Conexión de Circuito Virtual: Durante la transferencia, el software de protocolo en las dos máquinas continúa comunicándose para verificar que los datos se reciban correctamente. Si la comunicación no se logra por cualquier motivo (falla el hardware de red), ambas máquinas detectarán la falla y la reportarán a los programas apropiados de aplicación. Se utiliza el término *circuito virtual* para describir dichas conexiones porque aunque los programas de aplicación visualizan la conexión como un circuito dedicado de hardware, la confiabilidad que se proporciona depende del servicio de entrega de flujo.

Puertos, conexiones y puntos extremos.-

El TCP reside sobre el IP en el esquema de estratificación por capas de protocolos.

El TCP permite que varios programas de aplicación en una máquina se comuniquen

de manera concurrente y realiza el demultiplexado del tráfico TCP entrante entre los programas de aplicación. El TCP utiliza números de *puerto de protocolo* para identificar el destino final dentro de una máquina. Cada puerto tiene asignado un número entero pequeño utilizado para identificarlo.

Para comprender el significado de un puerto hay que pensar de cada puerto como en una cola de salida en la que el software de protocolo coloca los data gramas entrantes, aunque en realidad los puertos TCP son más complejos, ya que un número de puerto no corresponde a un sólo objeto. El TCP utiliza la conexión, no el puerto de protocolo, como su abstracción fundamental; las conexiones se identifican por medio de un par de puntos extremos.

¿Qué es exactamente un punto extremo en TCP?

Un punto extremo es un par de números enteros (**host, puerto**), en donde *host* es la dirección IP de un anfitrión y *puerto* es un puerto TCP en dicho anfitrión.

Las conexiones vienen definidas por dos puntos extremos, y es más: la abstracción de la conexión para TCP permite que varias conexiones compartan un punto extremo (por ejemplo, varias conexiones en los mismos puertos). Esto es posible debido a que el TCP identifica una conexión por medio de un par de puntos extremos, y por eso varias conexiones en la misma máquina pueden compartir un número de puerto TCP.

El TCP combina la asignación dinámica y estática de puertos mediante un conjunto de *asignación de puertos bien conocidos* para programas llamados con frecuencia,

pero la salida de la mayor parte de los números disponibles para el sistema se asigna conforme los programas lo necesitan.

2.1.2 Protocolos y estándares de transmisión de voz y fax sobre datos (IP, FRAME RELAY, ATM)

En los últimos años ha habido un notable crecimiento en las redes de datos, mucho más que en las redes de voz, principalmente por el crecimiento del Internet. Pronto la cantidad de tráfico de datos excederá al tráfico de voz. Como resultado de esta tendencia, se va a mandar más voz sobre las redes de datos (Voz sobre IP, Voz sobre Frame Relay, Voz sobre ATM), que sobre las redes de voz.

Frame Relay, IP y ATM son conocidos como *tecnologías de conmutación de paquetes o celdas*; esto contrasta con la tecnología de circuitos conmutados, designados para llevar transmisiones de voz. Frame Relay e IP inserta datos en tramas o paquetes de tamaño variable. ATM divide la data en pequeñas celdas, las cuales facilitan una fácil conmutación de los datos a través de la red.

La tecnología de conmutación de paquetes fue diseñada para manejar grandes tráficos de datos, por lo que se vuelve menos eficiente para transmitir voz. Para lograr una buena calidad de voz, el retardo de los paquetes de voz a través de la red debería ser mínimo y fijo. Una transmisión puede demorarse debido a la congestión de la red e incluso se pueden perder paquetes de voz y esto afectaría seriamente a la integridad de la voz.

A diferencia de la mayoría de aplicaciones de datos, la voz es muy sensible al retardo. Una buena calidad de voz provee una buena simulación de una conversación, con el mismo tono, modulación de voz, pausas y entonación usadas por los que están conversando. La pérdida de paquetes afecta como una conversación recortada baja en calidad de voz. Las transmisiones de fax son menos sensibles a la calidad de transmisión y son menos tolerantes a la pérdida de paquetes que la voz.

2.1.2.1 Voz y fax sobre Frame Relay (VoFR)

De las tres tecnologías más populares de paquetes/celdas (Frame Relay, IP y ATM), Frame Relay es la más destacada, es usada comúnmente en redes de datos corporativos debido a su flexible ancho de banda y accesibilidad.

La implementación de voz sobre Frame Relay ha supuesto un largo y arduo reto para fabricantes y operadores en el que se ha visto implicados una gran variedad de factores tecnológicos y sólo recientemente se ha visto culminado. Antes de describir las cuestiones que atañen al transporte de VoFR en una red pública, es necesario revisar brevemente el concepto de Frame Relay, ya que muchos de los obstáculos para el transporte de llamadas de voz en una red pública son inherentes a esa tecnología.

A diferencia de la multiplexación por división de tiempo sobre líneas dedicadas caracterizada por un retraso bajo y fijo, intervalos de tiempos específicos para canales de voz y datos, y una conexión física directa entre dos puntos, Frame Relay representa una red compartida basada en asignación de ancho de banda bajo demanda sobre circuitos "virtuales" lógicos. Para acceder a la red Frame Relay, el

abonado selecciona una velocidad de puerto en el FRAD (Frame Relay Access Device) localizado en las instalaciones del cliente, velocidad a la que entrarán los datos en la red.

El caudal o velocidad de procesamiento real (throughput) se basa en el CIR (Committed Information Rate, Proporción de Información Comprometida). Los usuarios aprovechan el carácter estadístico de Frame Relay para acceder a la red a velocidades inferiores a la agregada requerida por su aplicación. Pero, aunque esto suponga para los usuarios ahorros de dinero (las tarifas de Frame Relay se basan en parte en el CIR), han de seguir pagando un cierto precio por sus accesos de voz bloqueados y estáticos. Así, por ejemplo, cuando un router transmite un alto volumen de tráfico LAN puede llegar a acaparar el acceso a la WAN, bloqueando en la práctica los tráficos de voz. Como, por definición, Frame Relay no ofrece una transmisión garantizada de paquetes de información al receptor deseado, esto puede convertirse en un problema crítico en períodos de congestión de la red.

Descarte de paquetes.-

La red se enfrenta a la congestión descartando o retardando paquetes mediante DE (Discard Eligibility), bit de "equidad" del campo de cabecera de las tramas Frame Relay que se utiliza para asegurar que los usuarios que precisan un ancho de banda intensivo no bloqueen al resto. Puede ser establecido tanto por el equipo de usuario como por el de red. DE situado en 1 indica baja prioridad, a descartar si es necesario; por el contrario, DE situado en 0 indica alta prioridad. En cualquier caso, la red puede cambiar automáticamente un DE fijado en 0 por el equipamiento de usuario a 1 en función del caudal o CIR garantizado.

Por razones obvias, la calidad de voz es una de las principales cuestiones para el operador del servicio Frame Relay, especialmente si el contrato incluye el suministro del equipamiento del cliente y, por tanto, la responsabilidad total del transporte de voz. En cualquier caso, los operadores de Frame Relay deben competir con las redes de voz tradicionales basadas en circuitos conmutados: el atractivo de las "comunicaciones de voz gratuitas" se evapora rápidamente si el receptor no puede distinguir fácilmente lo que se dice. El reto no es fácil porque, si en una red privada los compromisos sobre calidad de voz pueden ser aceptables, los operadores de redes públicas deben aplicar un único estándar para muchos usuarios corporativos diferentes.

La claridad de la voz, el reconocimiento del hablante y el retardo en la comunicación (que provoca frases entrecortadas) son los parámetros que el operador de Frame Relay debe evaluar cuando analiza los componentes de los equipos de usuario.

Compresión de voz.-

PCM es el estándar de codificación de 64 Kbps aceptado internacionalmente para la transmisión de voz de calidad. Existen además otros estándares de compresión de voz, como ADPCM (G.726) a 32 Kbps, LDCELP (G.728) a 16 Kbps, ACELP (G.729) a 8 Kbps y MPMLQ (G.723.1) a 6,4 Kbps.

Ya que la mayor parte de redes Frame Relay tienen accesos a 64 Kbps, es esencial que el estándar VoFr para redes públicas soporte un algoritmo de compresión de voz

de baja cuota de bits, como MPMLQ, que permita la mayor cantidad de llamadas múltiples al mismo tiempo sin comprometer la calidad de la voz.

Retardo en la Comunicación.-

La calidad de la voz es extremadamente susceptible a los retardos. Estos, a su vez, se ven influidos por varios factores, como el número de saltos entre conmutadores, cuatro se considera como el número óptimo antes de que la calidad de la voz se deteriore, el tipo de troncal desplegada (Frame Relay, ATM), distancia (regional, nacional, internacional), actividad de red y congestión (pocos usuarios, muchos usuarios, tipo de tráfico) y compresión de voz (la codificación/decodificación incrementa el retraso).

El retardo de extremo a extremo, caracterizado porque los paquetes de voz llegan tras largas interrupciones fijas, provoca conversaciones interrumpidas parecidas a las experimentadas en las comunicaciones por satélite. En casos extremos conduce además al fenómeno conocido como "hablar doble". Por su parte, el retardo diferencial, en el que el retardo entre paquetes de voz es variable, produce conversaciones entrecortadas y un deterioro perceptible de la calidad de la voz.

El retardo es menos problemático en las redes privadas. Cuando los FRADs están conectados por líneas alquiladas en una red mallada, sin conmutadores en medio, el retardo es causado por el mecanismo de prioridad de acceso y la codificación/decodificación de la compresión de voz de los FRADs. Todo ello crea un retardo aceptable de extremo a extremo. Asimismo, si la topología de la red incluye conmutadores centrales, el gestor de red puede priorizar la voz en el

conmutador. Como las variables de saltos entre conmutadores, distancia y congestión son conocidas y controlables, el retardo es más o menos constante y deja de suponer un factor crítico.

Las redes Frame Relay públicas tienen sus propias características. Dependiendo de las variables ya mencionadas, los retardos de extremo a extremo pueden ser de entre 25 y 250 milisegundos. Y a medida que el tráfico de la red se incrementa y aparecen situaciones de congestión, el retraso diferencial puede llegar a suponer un verdadero problema. Por esas razones, los operadores no quieren comprometerse en garantizar un retardo constante como parte de su contrato de calidad de servicio.

Para compensar los efectos del retraso fijo de extremo a extremo, los fabricantes incorporan canceladores de eco a sus FRAD. El retraso diferencial es tratado por la memoria intermedia (buffer) de fluctuación de fase (jitter) del FRAD, y se puede establecer manualmente a través de pruebas y errores, o automáticamente, basándose en la medida del retraso diferencial actual.

Estándares de VoFR.-

La mayoría de productos que soportan voz sobre Frame Relay lo hacen de una manera propietaria, y solo soportan la interoperabilidad entre 2 equipos similares. EL Forum Frame Relay ha aprobado un nuevo acuerdo de implementación FRF.11 para soportar voz sobre Frame Relay. FRF.11 describe los métodos siguientes:

- El Transporte de la voz comprimida dentro de la información de la trama Frame Relay.

- El soporte de varios algoritmos de compresión de voz.
- La multiplexación de hasta 255 subcanales de voz en un solo DLCI (Data Link Connection Identifier,) Frame Relay.
- El soporte de múltiples cargas en la misma trama, o de diferentes subcanales dentro de la misma trama.

Implementación.-

La implementación de voz sobre Frame Relay Pública obliga a los usuarios a modificar la forma en que conciben y construyen sus redes. En una red Frame Relay privada es factible desplegar una topología mallada completamente virtual porque el usuario puede teóricamente definir un DLCI por cada número telefónico y establecer conectividad de cualquiera a cualquiera sin pagar sobrecargas. Pero implementar este tipo de interconectividad en una red Frame Relay Pública equivale a construir una red mallada de líneas alquiladas, algo que acarrea un coste prohibitivo.

La topología óptima para soportar voz sobre una Frame Relay Pública es punto a multipunto, siempre sobre la base de la presunción de que la mayoría del tráfico de voz y datos se produce entre la central de una empresa y sus sucursales. Y en lugar de construir una red que fije PVCs (DLCIs) de sucursal a sucursal, es más económico designar PVCs (DLCIs) únicos entre las sucursales individuales y la central. El multiplexor corporativo situado en la central actúa como un conmutador; las comunicaciones de voz de sucursal a su sucursal obvian la PABX corporativa externa y se encaminan digitalmente hacia el destino DLCI.

En la central, el acceso a la red se produce típicamente a velocidades de 2 Mbps, y a 64 Kbps en las oficinas remotas (o velocidades fraccionales de 2 Mbps en las sucursales más grandes. Lo ideal sería que el multiplexor de la central fuera modular para estar en condiciones de soportar la combinación de aplicaciones de datos, voz, fax y LAN. En la oficina remota serán necesarias soluciones autónomas que ofrezcan facilidad de instalación, utilización y mantenimiento.

Los costos de los FRAD de voz, VFRAD, (Voice Frame Relay Access Device) de usuario final parecen estar estabilizándose en el mercado internacional en una banda de entre 10.000 y 20.000 dólares para el multiplexor central y de 5.000 a 10.000 dólares para los equipos de las oficinas remotas. Es de destacar que, como muchos fabricantes ofrecen soluciones adaptadas de sus bastidores centrales y no en productos autónomos a medida de dichas oficinas, los precios suelen estar por encima de lo necesario.

Conclusión de voz y fax sobre Frame Relay.-

La integración de servicios comporta una serie de beneficios, como la gestión única y la compartición de ancho de banda entre servicios. El hecho de integrar en una sola red servicios que antes eran proporcionados por redes diferentes posibilita gestionar una única red en lugar de varias. Y esta reducción del número de redes reduce los costos de gestión. Mientras más servicios distintos se transmiten por redes distintas, al ancho de banda contratado en una red, aunque no se use, no está disponible a los servicios de otras redes. Con la integración de servicios, al ancho de banda contratado se pone en cada momento a disposición de quien lo necesite. Por ejemplo,

en los momentos en que no haya conversaciones vocales todo el ancho de banda contratado puede ser usado para la transmisión de datos.

De esta forma el cliente siempre obtiene el máximo rendimiento de la capacidad que paga. Los servicios Frame Relay de voz y datos se componen de cuatro elementos: equipo multiplexor instalado en el domicilio del cliente, línea de acceso a la red de datos, facilidades de transporte dentro de la red Frame Relay y servicio de gestión. El multiplexor es un equipo tipo FRAD (Frame Relay Access Device) con capacidad para el tratamiento de voz.

El cliente conecta sus equipos de voz (centralitas, equipos multilínea o teléfonos) y datos (terminales, routers, ordenadores host...) al equipo multiplexor. El multiplexor envuelve (encapsula) todo ese tráfico en tramas Frame Relay para hacer posible su transmisión a través de la red de datos. Voz y datos se mantienen en tramas distintas. En el caso de la voz, previamente se digitaliza si el dispositivo conectado es analógico, y a continuación se comprime. La compresión permite reducir los 64 Kbps de la voz digitalizada a 8 Kbps gracias al uso de algoritmos de predicción lineal (CELP). Además, se dispone de la facilidad de supresión de silencios, que consiste en transmitir sólo cuando el usuario habla. Mientras un usuario permanece en silencio escuchando a su interlocutor no se transmite nada a través de la red, pero sí se genera un ruido confortable en el extremo distante par evitar que el interlocutor remoto tenga la sensación de que se ha cortado la comunicación.

Por la línea de acceso a la red, única para cada oficina del cliente, viajan las tramas Frame Relay de voz y datos. El equipo multiplexor resulta imprescindible para

insertar tráfico de diferentes servicios en una sola línea física. La velocidad de esta línea se dimensiona de acuerdo a los requerimientos de canales de voz y velocidades de datos del cliente. Pero no es necesario reservar una parte de esa capacidad para la voz; todo el ancho de banda está a disposición de quién lo necesite. Por ejemplo, durante las horas de oficina en que normalmente son frecuentes las comunicaciones de telefonía, los datos dispondrán de la pequeña capacidad no usada por la voz. Sin embargo, durante la noche, período que es previsible que no hay llamadas telefónicas, todo el ancho de banda podrá ser usado por los datos.

2.1.2.2 Voz y fax sobre ATM (VToA)

Inicialmente propuesto por la Industria de las Telecomunicaciones, rápidamente se ha convertido en la tecnología más promovida dentro de las industrias de Comunicaciones y Computadores.

Las recomendaciones iniciales propuestas por el CCITT en 1988 fueron que, ATM y la Red Óptica Síncrona (SONET) formasen la base de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN), un nuevo estándar en desarrollo para la integración en red de: Datos, Voz, Imagen y Vídeo, a velocidades de transmisión desde 34 Mbps a varios Giga bits por segundo.

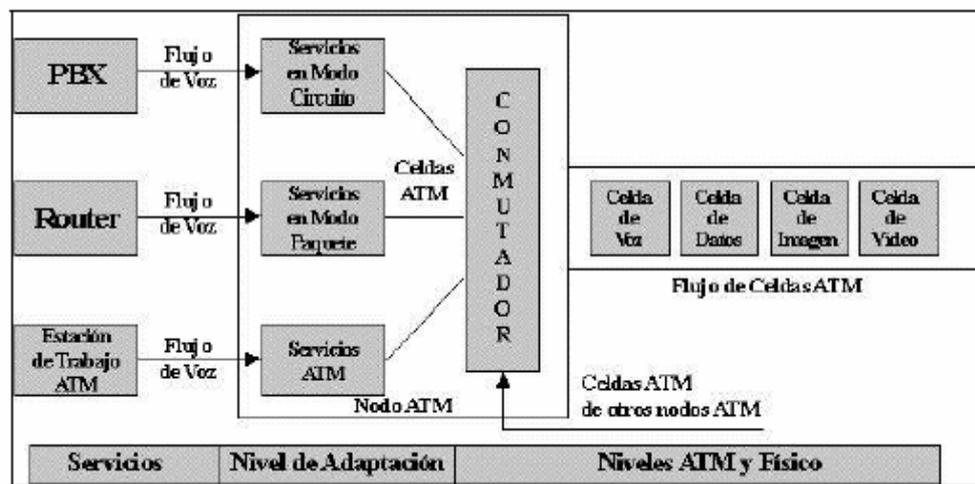
Emplea el concepto de Conmutación de Celdas (Cell Switching), el cual combina los beneficios de la Conmutación de Paquetes tradicionalmente utilizada en redes de datos, y la Conmutación de Circuitos utilizada en redes de voz.

ATM se basa en el concepto de Conmutación Rápida de Paquetes (Fast Packet Switching) en el que se supone una fiabilidad muy alta a la tecnología de transmisión digital, típicamente sobre fibra óptica, y por lo tanto la no necesidad de recuperación de errores en cada nodo. Ya que no hay recuperación de errores, no son necesarios los contadores de número de secuencia de las redes de datos tradicionales, tampoco se utilizan direcciones de red ya que ATM es una tecnología orientada a conexión, en su lugar se utiliza el concepto de Identificador de Circuito o Conexión Virtual (VCI).

Fundamentos.-

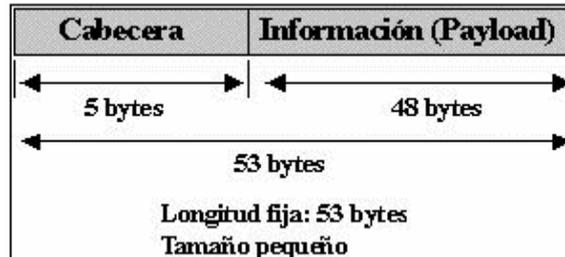
El tráfico con tasa de bit o velocidad binaria constante (CBR), por ejemplo voz PCM o vídeo no comprimido, tradicionalmente es transmitido y conmutado por redes de conmutación de circuitos o Multiplexores por División en el Tiempo (TDM), que utilizan el Modo de Transmisión Síncrono (STM). En STM, los multiplexores por división en el tiempo dividen el ancho de banda que conecta dos nodos, en contenedores temporales de tamaño pequeño y fijo o ranuras de tiempo ("Time Slots"). Cuando se establece una conexión, esta tiene estadísticamente asignado un "slot" (o varios). El ancho de banda asociado con este "slot" está reservado para la conexión haya o no transmisión de información útil. Una pequeña cantidad de ancho de banda para control, se utiliza para la comunicación entre los conmutadores, de forma que estos conocen los "slots" que tiene asignados la conexión. Esto se conoce como direccionamiento implícito. El conmutador receptor sabe a que canales corresponden los "slots" y por lo tanto no se requiere ningún direccionamiento adicional. Este procedimiento garantiza la permanente asignación de un ancho de banda durante el tiempo que dura la llamada, así como un tiempo de latencia pequeño y constante.

En contraste, los datos son normalmente transmitidos en forma de tramas o paquetes de longitud variable, lo que se adecúa bien a la naturaleza de ráfagas de este tipo de información. Sin embargo, este mecanismo de transporte tiene retardos impredecibles, la latencia tiende a ser alta y en consecuencia la conmutación de paquetes no es adecuada para tráfico con tasa de bit constante como la voz. Tampoco la conmutación de circuitos se adecúa para la transmisión de datos, ya que si se asigna un ancho de banda durante todo el tiempo para un tráfico en ráfagas, se derrocha mucho ancho de banda cuando este no se utiliza. ATM ha sido definido para soportar de forma flexible, la conmutación y transmisión de tráfico multimedia comprendiendo datos, voz, imágenes y vídeo. En este sentido, ATM soporta servicios en modo circuito, similar a la conmutación de circuitos, y servicios en modo paquete, para datos.

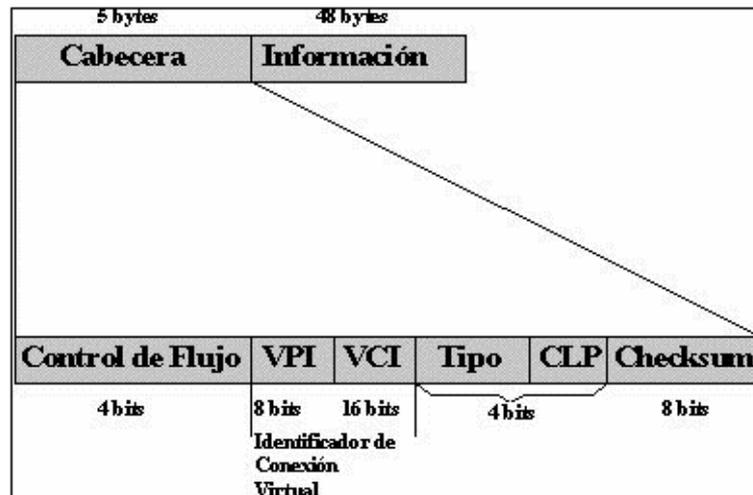


Sin embargo, a diferencia de la conmutación de circuitos, ATM no reserva "slots" para la conexión. En su lugar, una conexión obtiene "slots" o celdas, solo cuando está transmitiendo información. Cuando una conexión está en silencio no utiliza "slots" o celdas, estando estas disponibles para otras conexiones. Con esta idea en mente, se decidió que la unidad de conmutación y transmisión fuese de tamaño fijo y longitud

pequeña. Esta unidad es conocida como **Celda**, y tiene una longitud de 53 bytes divididos en 5 de cabecera y 48 de información o carga útil. Esta celda es quien viene a sustituir al "Time Slot" o contenedor del STM.



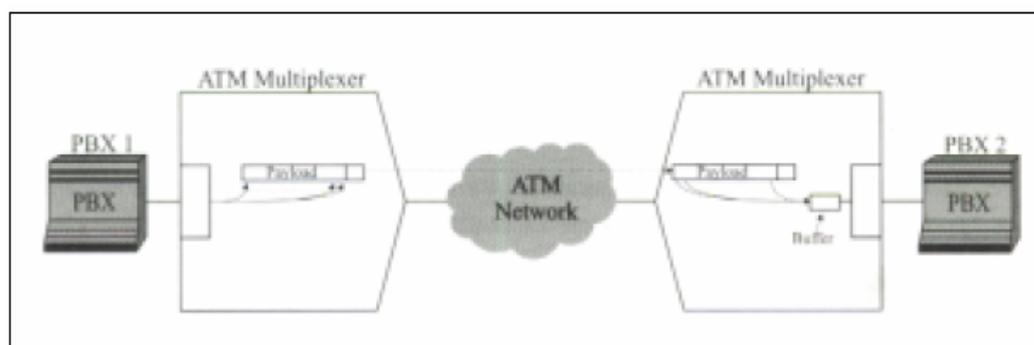
Las celdas pequeñas y de longitud constante son ventajosas para tráfico con tasa de bit constante (Voz, Vídeo) y son muy útiles en general ya que permiten un tiempo de latencia muy bajo, constante y predecible, así como una conmutación por hardware a velocidades muy elevadas. También, en el caso de pérdida de celdas por congestión o corrupción, la pérdida no es muy grande siendo en muchos casos remediable o recuperable. De hecho, el tráfico de Voz y Vídeo, no es muy sensible a pequeñas pérdidas de información, pero si es muy sensible a retardos variables, sucediéndole lo contrario al tráfico de datos. En una red ATM, donde las celdas no están reservadas sino asignadas bajo demanda, el conmutador receptor no puede determinar por adelantado a que canal corresponde cada celda. La Celda ATM a diferencia del Time Slot en STM, debe transportar la identificación de la conexión a la que pertenece, de esta forma no existirán Celdas vacías ya que serán utilizadas por conexiones pendientes. Esta es una diferencia fundamental del ATM frente al STM. La cabecera presente en cada celda, consume aproximadamente un 9.5% del ancho de banda, siendo este el precio que hay que pagar por la capacidad para disponer de ancho de banda bajo demanda, en lugar de tenerlo permanentemente reservado y eventualmente desperdiciado.



La adopción de una cabecera de 5 bytes ha sido posible, porque no se realiza recuperación de errores en los nodos intermedios, tampoco se emplean direcciones válidas a nivel de toda la red, tales como la dirección MAC en Ethernet o IP en redes tipo TCP/IP.

Celdificación de la voz.-

Para transmitir voz sobre ATM se requiere que se inserte paquetes de muestras de voz en el payload de una celda ATM.



En la figura vemos el principio que se encuentra atrás del proceso de celdificación. Antes que una celda es transmitida hacia la red, primero se necesita ser llenada con muestras de voz. Si estas muestras son PCM (8000 muestras por segundo), estas

llegarán del PBX 1 cada 125 ms. Si el payload (carga) de la celda es de 47bytes, tomará $47 \times 125 \text{ms}$ (5.875ms) en llenarse para poder ser transmitida a la red. Esto demuestra una de las penalidades que se deberían tener en cuenta cuando se trasmite sobre ATM. Sin embargo 5.875ms es un retardo pequeño. Al final de la red, la celda entra a su multiplexor ATM correspondiente donde los contenidos de la celda son vaciados y pasados a una interfase para entregarlos al PBX 2.

Debido a la naturaleza de la red. Una cierta cantidad de retardo podría incrementarse en las celdas que son transmitidas de un punto a otro de la red. Además debido a las variaciones en la carga de las celdas de los diferentes switches ATM en la red, este retardo puede variar. Estos son conocidos como CDV (Cell Delay Variation – Retardo variable de la celda). Para evitar este problema, se debería tener un buffer en el nodo para evitar perder las celdas; esto incrementaría el retardo en la red.

Conclusión de voz y fax sobre ATM.-

ATM, con su núcleo de conmutación de celdas, promete ser la tecnología global de red. Es igualmente adecuada para entornos de LAN y WAN, para aplicaciones de voz, datos, imagen y vídeo, para redes públicas y privadas. A diferencia de otras tecnologías utilizadas hoy, ATM puede manejar tráfico isócrono y tráfico en ráfagas y proporcionar la Calidad de Servicio (QoS) solicitada. Combina los beneficios de la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos, reservando ancho de banda bajo demanda de una manera eficaz y de coste efectivo, a la vez que garantiza ancho de banda y calidad de servicio para aquellas aplicaciones sensibles a retardos.

2.1.2.3 Voz y fax sobre IP (VoIP)

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

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

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

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y frame-relay) para la transmisión

del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

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

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

- Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.
- Red IP pública. Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesante para el tráfico de voz.

- Intranet. La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

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

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

Direccionamiento:

RAS (Registration Admission Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.

DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

Señalización:

- Q.931 Señalización inicial de llamada.
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz.
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz.

Compresión de voz:

- Requeridos: G.711 y G.723
- Opcionales: G.728, G.729 y G.722

Retardo:

Uno de las más importantes consideraciones de diseño para implementar voz sobre IP, es minimizar el retardo de ida y de regreso.

El tráfico de voz es un tráfico en tiempo real; si existe un largo retardo en la entrega de paquetes de voz, la conversación no se va a entender. Un retardo aceptable es menos de 200 milisegundos.

Básicamente existe 2 clases de retardos inherentes a las redes de telefonía: propagation delay y handling delay.

Propagation delay.- Es el retardo causado por las características de la velocidad de la luz viajando bajo un medio de fibra óptica o par de cobre.

Handling delay.- Es el retardo causado por los dispositivos que manejan la información de voz. Estos retardos tienen un impacto significativo en la calidad de la voz en una red de paquetes.

Los Codecs introducen retardo y son considerados como handling delay. La siguiente tabla muestra el retardo introducido por los diferentes Codecs.

CODEC	Bit Rate (Kbps)	Framing size(ms)	Retardo de compresión(ms)
G.711 PCM	64	0.125	5
G.729 CS-ACELP	8	10	15
G729A CS-ACELP	8	10	15

Transmisión de voz:

UDP (Protocolo de data gramas de usuario). La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.

RTP (Protocolo de tiempo real). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

Control de transmisión:

RTCP (Protocolo de control de tiempo real). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.



Hasta ahora sólo hemos visto la posibilidad de utilizar nuestra red IP para conectar las centralitas a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, nos permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrir. Una idea que parece inmediata es que el papel tradicional de la centralita telefónica quedaría distribuido entre los distintos elementos de la red VoIP.

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

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

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

El Gateway es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI.

Podemos considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene una interfase LAN y por el otro dispone de uno o varias interfases.

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separadas, o nos podemos encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway.

Un aspecto importante a reseñar es el de los retardos en la transmisión de la voz. Hay que tener en cuenta que la voz no es muy tolerante con estos. De hecho, si el retardo introducido por la red es de más de 300 milisegundos, resulta casi imposible tener una conversación fluida.

Debido a que las redes de área local no están preparadas en principio para este tipo de tráfico, el problema puede parecer grave. Hay que tener en cuenta que los paquetes IP son de longitud variable y el tráfico de datos suele ser a ráfagas. Para intentar obviar situaciones en las que la voz se pierde porque tenemos una ráfaga de

datos en la red, se ha ideado el protocolo RSVP, cuya principal función es trocear los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando hay una congestión en un router. Si bien este protocolo ayudará considerablemente al tráfico multimedia por la red, hay que tener en cuenta que RSVP no garantiza una calidad de servicio como ocurre en redes avanzadas tales como ATM que proporcionan QoS de forma estándar.

Conclusión de voz y fax sobre IP:

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

2.1.3 Calidad de servicio (QoS)

QoS (Calidad de servicio), es la habilidad para que un elemento de la red (aplicación, host o router) tenga la seguridad para proveer los servicios y requerimientos que exija el tráfico transmitido.

QoS no crea ancho de banda. Es imposible para la red dar más ancho de banda del que físicamente esta en capacidad de dar. QoS solo maneja ancho de banda de acuerdo a la demanda de la aplicación y a los parámetros a los que se ha configurado.

El protocolo de **Internet** (IP), y su arquitectura, esta basado en simples data gramas con direcciones de inicio y destino que pueden atravesar una red de IP routers, sin la ayuda de un transmisor o receptor.

Existe un precio que hay que pagar por la simplicidad. La razón por la que el protocolo IP es simple es porque no provee muchos servicios. IP provee direccionamiento y permite la independencia de cada data grama. IP puede fragmentar los datagramas (routers) y reensamblarlos (receptor); pero lamentablemente IP no provee eficiencia para transmitir la información. Los routers están en capacidad de descartar datagramas IP en ruta, sin notificar al transmisor o receptor. IP provee lo que se conoce como servicio “best effort”, que significa que no existen garantías sobre cuando la data va a llegar, o cuanto se puede transmitir.

Estas limitaciones no han sido un problema para las aplicaciones de Internet como el WEB, email, FTP. Pero para la nueva ola de aplicaciones que son, audio, video que requieren de bastante ancho de banda, y que necesitan de altas eficiencias, cuando estamos en esquemas como videoconferencia o telefonía.

QoS maneja eficientemente el ancho de banda de acuerdo a los requerimientos de las aplicaciones. La meta de QoS es proveer un cierto nivel de control y seguridad más

allá del servicio de IP “best effort”. Algunas aplicaciones son mas exigentes sobre sus requerimientos de QoS que otras, y por esta razón se han clasificado 2 tipos básicos de QoS:

Resource Reservation (servicios integrados).- Los recursos de la red son administrados de acuerdo a los requerimientos de QoS de la aplicación y luego sujetos a las políticas de la administración del ancho de banda.

Priorization (Servicios diferentes).- El tráfico de la red es clasificado y distribuido de acuerdo a los recursos de la red y a las políticas de administración de ancho de banda.

Estos tipos de QoS pueden ser aplicados a una aplicación individual o a agregados, por lo que hay otra manera de clasificar los tipos de QoS:

Por Flow.- Un “Flow” es definido con una cadena de datos que viaja en una dirección entre 2 aplicaciones.

Por Aggregate.- Un agregado es simplemente 2 o más flows.

Normalmente los flows tienen algo en común, las aplicaciones, la topología de la red y las políticas establecidas definen que tipo de QoS es el más apropiado. Para acomodar la necesidad de estos diferentes tipos de QoS, existen algunos protocolos y algoritmos:

Protocolo de Reservación (RSVP). Es un protocolo de señalización que permite controlar y reservar recursos de la red. RSVP es la más compleja de todas las tecnologías de QoS, para aplicaciones (host) y para elementos de red (routers y switches).

Servicio diferenciados (DiffServ). Provee una manera simple de clasificar los servicios de varias aplicaciones.

Conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS). Provee administración del ancho de banda para agregados controlando mediante ruteo, de acuerdo a las etiquetas que están en las cabeceras de los paquetes.

Manejo de ancho de banda de la red (SBM). Permite la categorización y la priorización en la capa 2 (Capa de enlace del modelo OSI).

2.2 Introducción a la Telefonía IP (IP Telephony)

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

Si a todo lo anterior, se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías puede llevar acarreado, la conclusión es clara:

El VoIP (Protocolo de Voz Sobre Internet - Voice Over Internet Protocol) es un tema estratégico para las empresas.

El concepto original es relativamente simple: se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP (con protocolo Internet, materia que también incluye a las intranets y extranets). Gracias a otros protocolos de comunicación, como el RSVP, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

La voz puede ser obtenida desde un micrófono conectado a la placa de sonido de la PC, o bien desde un teléfono común: existen gateways (dispositivos de interconexión) que permiten intercomunicar las redes de telefonía tradicional con las redes de datos. De hecho, el sistema telefónico podría desviar sus llamadas a Internet para que, una vez alcanzado el servidor más próximo al destino, esa llamada vuelva a ser traducida como información analógica y sea transmitida hacia un teléfono común por la red telefónica tradicional. Vale decir, se pueden mantener conversaciones teléfono a teléfono.

Ciertamente, existen objeciones de importancia, que tienen que ver con la calidad del sistema y con el uptime (tiempo entre fallas) de las redes de datos en comparación con las de telefonía. Sin embargo, la versatilidad y los costos del nuevo sistema hacen que las telecomunicaciones estén comenzando a considerar la posibilidad de dar servicios sobre IP y, de hecho (aunque todavía el marco regulatorio no lo permite

en forma masiva, y a pesar de que difícilmente lo admitan), algunas están empezando a hacer pruebas.

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

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

Independientemente de estas previsiones tan optimistas debemos estudiar y analizar esta tecnología para conocer sus ventajas e inconvenientes:

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

- Para iniciar la conexión es preciso realizar el establecimiento de llamada.
- Se reservan recursos de la red durante todo el tiempo que dura la conexión.
- Se utiliza un ancho de banda fijo (típicamente 64 Kbps por canal de voz) que puede ser consumido o no en función del tráfico.
- Los precios generalmente se basan en el tiempo de uso.
- Los proveedores están sujetos a las normas del sector, regulados y controlados por las autoridades pertinentes (en nuestro caso, el Ministerio de Fomento y la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones).
- El servicio debe ser universal para todo el ámbito estatal.

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

- Para asegurar la entrega de los datos se requiere el direccionamiento por paquetes, sin que sea necesario el establecimiento de llamada.
- El consumo de los recursos de red se realiza en función de las necesidades, sin que, por lo general, sean reservados siguiendo un criterio de extremo a extremo.
- Los precios se forman exclusivamente en función de la tensión competitiva de la oferta y la demanda.

- Los servicios se prestan de acuerdo a los criterios impuestos por la demanda, variando ampliamente en cuanto a cobertura geográfica, velocidad de la tecnología aplicada y condiciones de prestación.

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

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

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

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

- Requerimientos de ancho de banda: la velocidad de transmisión de la infraestructura de red y su topología física.
- Funciones de control: incluye la reserva de recursos, provisión y monitorización requeridos para establecer y mantener la conexión multimedia.
- Latencia o retardo: de la fuente al destino de la señal a través de la red.
- Jitter: variación en los tiempos de llegada entre los paquetes. Para minimizar este factor los paquetes entrantes han de ser introducidos en un buffer y, desde allí, enviados a intervalos estándar.
- Pérdida de paquetes: cuando un paquete de vídeo o de voz se pierde en la red es preciso disponer de algún tipo de compensación de la señal en el extremo receptor.

4. Implementación de nuevos estándares. Los estándares vienen a ser el anteproyecto necesario para diseñar, implementar y gestionar las comunicaciones de voz y datos. En su desarrollo trabajan diferentes entidades reconocidas como organizaciones de estándares internacionales, entre los que se encuentran ANSI (American National Standard Institute), IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers), ISO (International Organization for Standardization), UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) e IETF (Internet Engineering Task Force). Gracias a un estricto cumplimiento de los estándares internacionales (ITU H.323, H.245, H.225) el Gateway IPVox puede integrarse fácilmente en redes en las que existan Gateways H.323 de otros fabricantes de manera que se puedan intercambiar llamadas entre

ellos. De igual manera el Gateway IPVox podrá integrarse en una red gestionada por un Gatekeeper H.323.

5. Interoperatividad multifabricante. Volvamos al pasado. ¿Recuerda cuando era corriente que una tarjeta Ethernet de un fabricante no se comunicara con otra similar de un fabricante distinto? Hoy este problema ya no existe, pero conviene no olvidarlo porque las redes convergentes suponen un nuevo concepto que sólo acaba de arrancar. Afortunadamente, la industria, dirigida por el Internacional Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC), está avanzando mucho en esta área crítica.

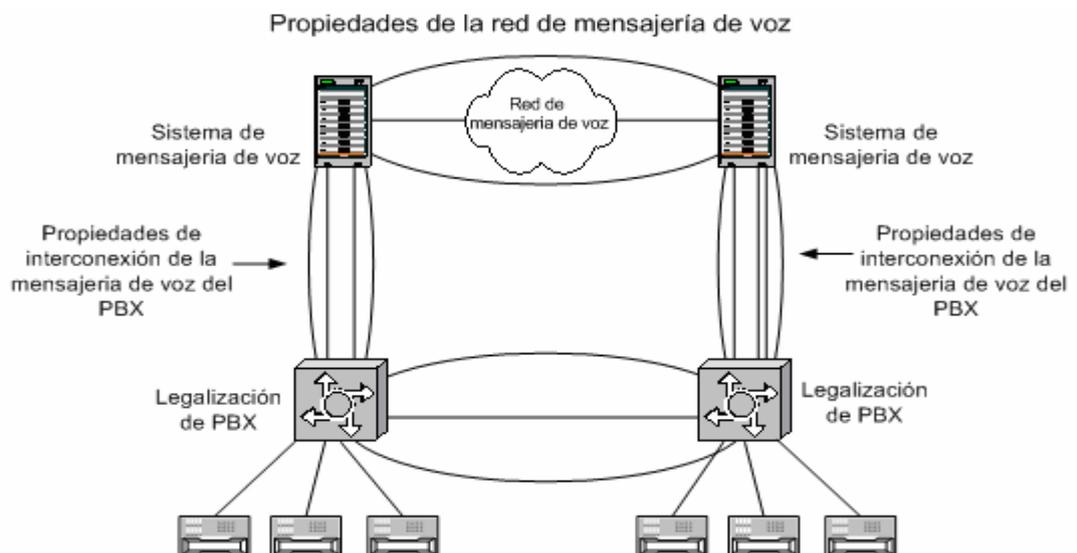
6. Otros factores significativos. Además de las cuestiones de gestión y diseño referidas más arriba, existen otros factores, algunos fuera del control de los usuarios, que afectarán a la migración a las redes convergentes. Por ejemplo, la Comisión Europea ha determinado que, de momento, dadas las características y el estado de desarrollo de VoIP, hay que considerarlo como un servicio desregulado y no sometido a limitaciones normativas. No obstante, la Comisión se ha encargado de dejar bien claro que seguirá de cerca los pasos de la telefonía IP por si su posterior evolución exigiera introducir cambios en su regulación.

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

2.2.1 Integración de las soluciones de Telefonía IP con la telefonía tradicional, modelos de red

Las redes convencionales de Voz que se van a integrar con Redes IP contienen, al menos, uno o varios Sistemas PBX, los cuales pueden estar geográficamente dispersos. Una red de PBXs puede usar un protocolo de red especializado y propietario para ofrecer sus características a lo largo de todas las PBXs de la red sin diferencia.

Si la mensajería de voz es una parte de la Red, los sistemas de mensajería de voz son conectados a la PBX usando un protocolo y un hardware de interfase. Si hay un número de sistemas de mensajería en la red de voz, ellos podrían estar interconectados para ofrecer al usuario un único sistema de mensajería, a través de protocolos que son generalmente propietarios.



Interfases y Protocolos de Sistemas PBX y de mensajería de Voz.

En una red de telefonía IP los usuarios son capaces generalmente de utilizar las características de la red cuando se están comunicando con otro usuario en la red. De igual manera, los usuarios de PBXs pueden usar las características que provee el

sistema cuando se comunica con otros usuarios de la PBX. Sin embargo las comunicaciones entre usuarios IP y usuarios de PBX solo pueden usar una parte de las características proveídas por cada sistema, y ese grupo de características están definidas por el nivel de complejidad de la interfase de voz entre la red IP y la PBX.

Así también, los usuarios de una red de telefonía IP pueden acceder a un sistema de Voz detrás de un PBX, pero usualmente con un reducido set de características. Si se utiliza un sistema de mensajería IP, es posible que pueda conectarlo con sistemas de mensajería de voz convencionales en algún nivel. El nivel de características soportadas para todas estas funciones es definido por los protocolos e interfases por las cuales la red IP puede conectarse a la red de voz convencional. La siguiente tabla resume algunos de las más comunes interfases y protocolos usados para interconectar sistemas PBX y de correo de voz.

Vendedor	Protocolos PBX-PBX	Interfaces PBX-Mensajería de voz	Red Mensajería de voz-Mensajería de voz
Cisco	PR1, QSID, CAS	SMDI, análoga	AMIS-A ¹
Lucent	PR1, DCS, DCS+, QSIG	Propiedades set de emulación digital Base X.25	Oetelnet Digitalnet AMIS-A
Northern Telecom	PR1, MCDN, DPNSS,QSIG	Propiedades (IVMS)	Red de mensajería meridiana VPIM AMIS-A

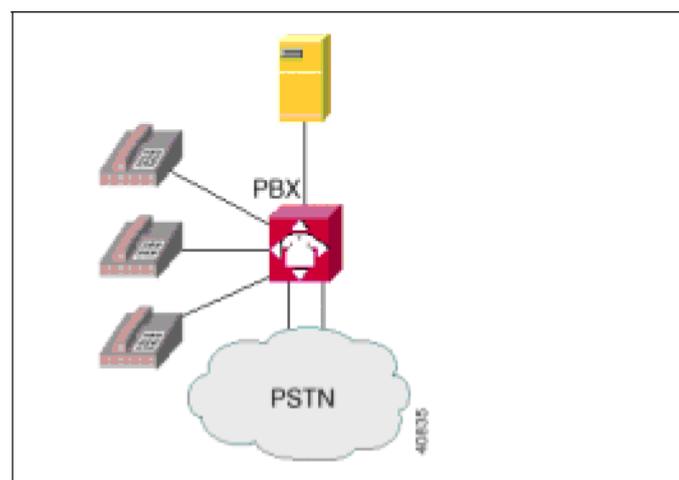
Siemens	PR1, Cornet, DPNSS, QSIG	BR1 con propiedad de extensiones	Red de mensajería telefónica
Alcatel	PR1, ABC, QSIG		
NEC	PR1, CCIS, QSIG		

Las redes de voz convencionales usan protocolos propietarios cerrados internamente, pero pueden conectarse con redes IP mediante el uso de protocolos abiertos. Este también es el caso cuando se interconectan equipos de diferentes fabricantes.

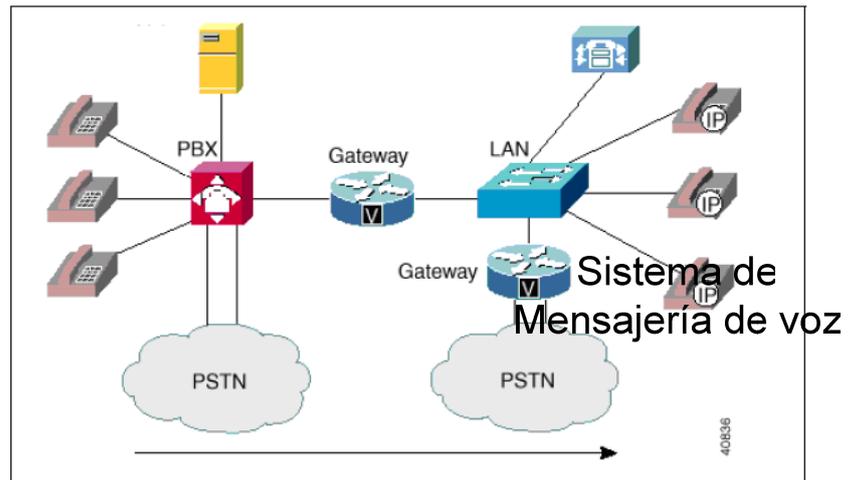
Interfases PRI (o QSIG) entre PBXs, analog Simplified Message Desk Interface (SMDI) entre PBXs y sistemas de correo de voz, y Audio Messaging Interchange Specification (AMIS) entre sistemas de voz son las más poderosas interfases disponibles.

Secuencia de Migración a una Red IP Simple.

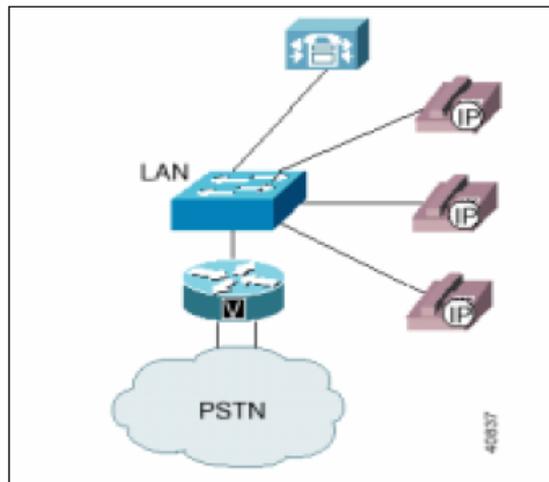
Las siguientes 3 figuras ilustran las fases de migración de una red convencional de voz a un sistema Full IP. El gráfico muestra la red de voz convencional inicial.



La figura siguiente muestra la fase de migración, con usuarios moviéndose en bloques de la red PBX a la IP.



El gráfico muestra la red cuando la migración se ha completado y la PBX se ha retirado.



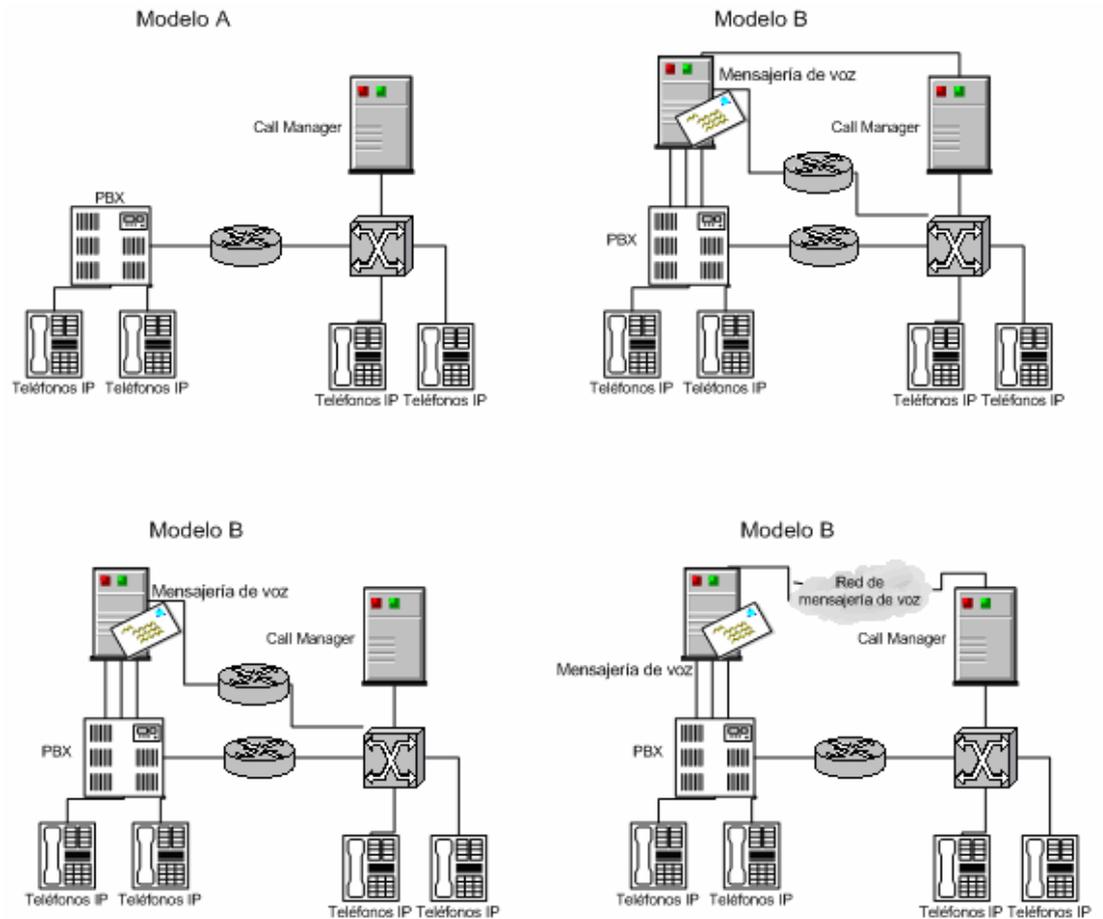
Usualmente la transición de una red convencional de voz a una Red IP es hecha por pasos, como se describe a continuación:

PASO 1	Montaje de Piloto - La Red IP es introducida, y un muy limitado numero de usuarios son cubiertos por los servicios IP. En este montaje inicial, en el cual generalmente se incluye a las áreas de telecomunicaciones o de IT, los usuarios algunas veces mantienen sus teléfonos convencionales al mismo tiempo que usan los teléfonos IP. Usualmente, sin embargo, se mueven de inmediato hacia el nuevo sistema. Cuando el piloto es estable y satisfactorio por un numero de semanas, puede ser expandido.
PASO 2	Migración de un bloque de usuarios - Un bloque de usuarios es movido (usualmente en un fin de semana) de la red de voz convencional a la red IP. El bloque puede ser elegido como un grupo geográfico, un grupo compartiendo un bloque de números del directorio (DNs), o una comunidad de intereses, como un departamento de la empresa o unidad de negocios.
PASO 3	Migración posterior - El numero de usuarios movidos en un bloque es determinada por el numero máximo de usuarios que el grupo de telecomunicaciones puede mover en un fin de semana, y el numero de fines de semana que se podrá trabajar. En general, la migración debe ser completada lo antes posible.

Sin embargo, es obvio que existen muchas otras consideraciones cuando se planea una migración, tales como si los usuarios conservarán sus números del directorio o se les asignará unos nuevos, el entrenamiento de los usuarios en los nuevos teléfonos, sistemas de billing, características especiales nuevas del sistema, planes de contingencia y más.

Modelos de Referencia para configuraciones de Migración.

En esta parte consideraremos cuatro configuraciones de migración básica. Estos modelos son descritos en el siguiente gráfico.



Los modelos mostrados en la figura tienen las siguientes características:

- El modelo A es el más simple, concierne únicamente a los servicios de PBX y no direccional mensajería de voz.
- El modelo B incluye un sistema de mensajería de voz detrás de la PBX y asume que el sistema de correo de voz no ofrece una interfase abierta para conexión con una Red IP. Por lo tanto, todo el tráfico de correo de voz desde la red IP deberá viajar a través de la PBX.
- El modelo C incluye un sistema de correo de voz que puede conectarse a una Red IP, proveyendo de características fuertes para los usuarios IP.

- El Modelo D introduce mensajería IP unificada al mismo tiempo que la telefonía IP, reemplazando una combinación tradicional de PBX y correo de voz.

A continuación analizaremos las consideraciones básicas que se deben observar para la migración en el Modelo A.

CONSIDERACIONES PARA UNA MIGRACIÓN

Consideraciones de Telefonía PBX.

Tenemos dos importantes consideraciones telefónicas:

- ¿Debería la conexión troncal permanecer en la PBX hasta el final de la migración, o deben algunas conexiones ser movidas a la red IP al mismo tiempo que los usuarios?
- ¿Qué tipo de conexión debe ser usada entre el PBX y la red IP? La tabla muestra las características soportadas en cada tipo de conexión.

Tipo de conexión	Número de llamada	Número llamado	Nombre de llamada	Razón	MW1¹	Origen Both-Ways	Costo relativo
FXO/FXS	N	S	N	N	N	N	Tiny
E&M/R2	N	S	N	N	N	S	Pequeño
BR1/PR1	S	S	S	N	N	S	Mediano
QSIG	S	S	S	S	S	S	Alto
Set de	S	S	S	S	N	S	Mediano

emulación digital							
Protocolo PBX WAN	S	S	S	S	S	S	Alto

Los siguientes puntos explican brevemente la importancia de las características de la tabla.

- Número que llama (Calling number), además de ser mostrado en pantalla, puede ser usado para propósitos de facturación y correo de voz.
- Número al que se llama (Called number), es importante si el Switch que recibe va a enrutar la llamada directamente al teléfono, en lugar de esperar por la operadora, también es usado para correo de voz.
- Nombre del que llama (Calling name), es mostrado en la pantalla del teléfono que recibe la llamada.
- Mensajes y Avisos (Diversion reason), (ocupado, no contestan, etc.) pueden ser usados por sistemas de correo de voz para dar avisos diferentes.
- Indicador de Mensaje en Espera (MWI on/off), puede instruir al switch que recibe la llamada para iluminar el indicador de message-waiting en un teléfono cuando el usuario tiene un mensaje Nuevo.

- Origen en ambas vías (Both-ways origination), se refiere a la capacidad de iniciar y responder una llamada en la misma troncal, esto puede ser normalmente deseado para propósitos de tráfico para eliminar la necesidad de más conexiones troncates.

Si las llamadas se originan en un sistema, son pasadas al otro y entonces devueltas al primero, dos canales son usados en el PRI y mantenidos en uso hasta que la llamada se cuelgue. La implicación para el cálculo de tráfico en un ambiente T1 es que solo 11 llamadas de estas pueden usar el PRI entero (14 en E1).

Si las troncales se mantienen en el PBX de tal forma que el billing solo se haga en este punto, es difícil identificar por el parámetro calling number las llamadas originadas en IP.

Estos escenarios de configuración asumen que los usuarios retienen el mismo numero (DN) después de la migración y que las troncales son movidas después que los usuarios han migrado. Por otra parte podría ser posible el pre-configurar los teléfonos IP y permitir a los usuarios tener dos teléfonos en sus escritorios durante el periodo de migración. Sin embargo, los usuarios que tengan el servicio de Direct Inward Dialing (DID) querrán mantener sus números originales.

La siguiente lista resume los pros y contra del sistema en lo referente a la PBX:

PRO	CONS
<ul style="list-style-type: none"> • Facil implantación y sin costo. • Reconfiguración minima necesaria para la PBX. 	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema pierde algunas de las características de la PBX IP. • El Billing es difícil de realizar entre los dos sistemas.

2.3 ANALISIS DE LAS SOLUCIONES DE IP TELEPHONY

2.3.1 SOLUCIONES BASADAS EN SOFTWARE

2.3.1.1 Natural Microsystems-Fusion

El producto FUSION de Natural Microsystems incluye tarjetas PCI y Compact PCI, los cuales son manejados por un software común, el cual puede ser usado para crear Gateway telefónicos IP, mejorar las plataformas de servicio al nivel de telefonía IP, etc.

La arquitectura modular de FUSION permite soportar los protocolos existentes tales como la especificación de la ITU, H.323, el acuerdo de implementación de la IMCT, el perfil de iNOW, y una serie de estándares que se están desarrollando en el mercado de telefonía IP como MGCP (Media Gateway Control Protocol) y el SIP.

FUSION permite a los desarrolladores crear las aplicaciones de acuerdo a los requerimientos de la empresa, desde configuraciones de 4 puertos analógicos hasta múltiples puertos como T1/E1.

Fusión usa una arquitectura de software y hardware inteligente que integra a su tecnología las interfases de un PBX, los protocolos de telecomunicaciones, la funcionabilidad IVR, full-duplex, cancelación de eco, decodificación de una conversación, procesamiento de fax y opcionalmente interfases LAN y un amplio conjunto de protocolos de datos.

El producto FUSION consiste de 2 componentes principales de Hardware: La serie AG y la serie TX. La serie AG provee las interfases para la PSTN, el control y soporte del protocolo para llamadas, y la funcionabilidad para el puerto DSP.

Para configuraciones analógicas, FUSION hace uso del AG2000, que puede manejar interfases para loop start, subscriber loop, DID y E&M. La AG200 tiene capacidad de 4 o 8 puertos por tarjeta. Se pueden conectar varios AG200 en una computadora y de esta manera crecer en una solución analógica.

Para configuraciones digitales, FUSION hace uso de la tarjeta AG4000. Esta tarjeta puede llegar a manejar hasta 60 puertos usando solamente un puerto PCI.

Características técnicas:

- PCI Borrada (Puerto PCI)

Capacidad de la interfaz: 1, 2 o cuatro T1 (DSX-1) o 1, 2 o 4 CEPT

E1

TDM Bus: Una interfase completa H.100 (CT Bus)

- Protocolos

CAS: DID, Winkstart MF/DTMF, loopstart T1, ground start T1

Channel Signaling: ISDN Primary Rate Interface (PRI)

- Procesamiento de señal de audio

Sampling rates: 8000 muestras por segundo (estándar de telefonía)

Compresión de voz

11Khz, 8 o 16 bit linear (.WAV) (puede reducir el número de puertos por tarjeta).

8 Khz. 1116 bit linear (.WAV)

64kbps u-law ITU G.711

16,24, y 32 kbps ADPCM usando un algoritmo de NMSS.

- Tono de llamada

Dígitos DTMF: 0 al 9,*, #, y ABCD por ITU Q.23 y Q.24

Rate: 10 pulsos / segundo

- Pulse Dialing

10 dígitos: 0 al 9

Pulsing rate: 10 pulsos / segundo

Make/break ratio: Software configurable 40/60.

Dentro de las características de esta plataforma se encuentran el control de una llamada telefónica, voice record and playback, detección y generación de tono, también provee un API para el reconocimiento de la voz.

El software Natural Access soporta múltiples protocolos de señalización. Cada protocolo es parametrizado, dando a los desarrolladores la habilidad para adaptar el protocolo a múltiples ambientes. Por ejemplo, el protocolo MFC-R2 es casi idéntico en todos los países, pero existen ciertos parámetros como la duración y variación del tono.

EL software Natural Access es capaz de manejar los siguientes protocolos de señalización: ISDN PRI, loopstart (with callerID), DID, T1/Winkstart, T1/Groundstart, MFC-R2, MFC-E&M, OPS/FX, OPS/SA.

Se necesita trabajar sobre una plataforma de Windows NT 4.0, SPARC Solaris 2.7 y SCO UnixWare 7.

Natural Conference.-

Natural Conference es una aplicación que permite conferencias en tiempo real con una capacidad de multiconferencia. Permite un máximo de 32 participantes por conferencia, permite examinar que participante esta hablando en ese momento, se pueden configurar las propiedades de cada usuario.

Natural Access y Natural Conference son sistemas completamente independientes que le dan al usuario la habilidad de desarrollar software sobre cualquier plataforma soportada sin necesidad de otros programas adicionales.

Se puede habilitar la mensajería de correo de voz e integrarlo con los servicios del Outlook, a través del componente Natural Access que nos va a permitir desarrollar la aplicación que sea necesaria para poder habilitar este servicio.

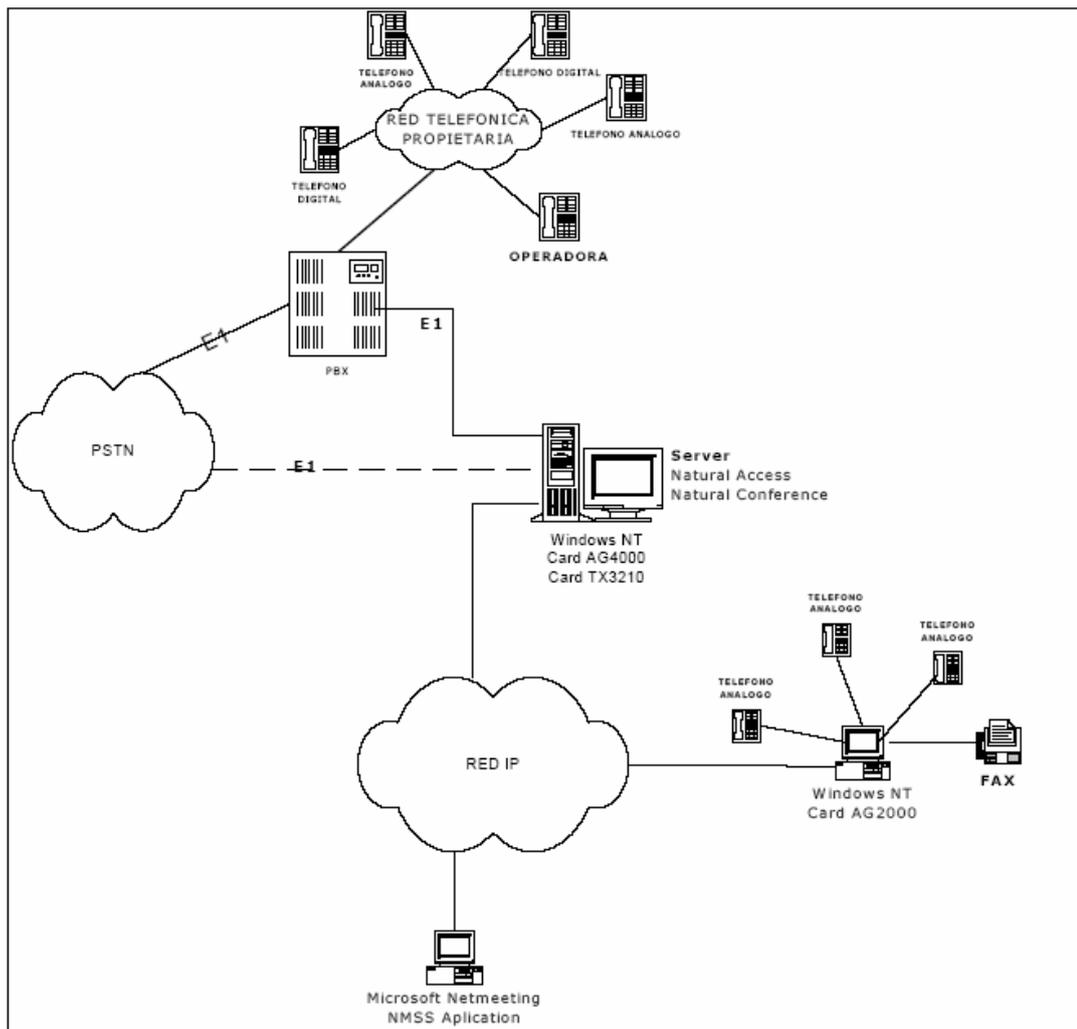
Gracias al Natural Conference que es un programa base del paquete FUSION se puede establecer conferencia con un máximo de 32 participantes, dependiendo de las características que se programen en el programa fuente.

Diseño de la solución:

La Solución de Natural Microsystems se basa en las tarjetas AG4000 y TX3210 instaladas en un Servidor Windows NT, la tarjeta AG4000 permite la conexión con las Redes Telefónicas Pública o Propietaria (PSTN o PBX), mientras la

TX3210 permite la conexión a 100 Mbps con la red TCP/IP de datos, convirtiendo al Servidor NT en el Gateway de Conexión.

Esta interconexión se puede escalar hasta teléfonos y faxes de usuario final utilizando a Servidores con Tarjetas AG2000 la cual soporta interfaces telefónicas Análogas.



El esquema de la solución se puede apreciar en el gráfico que se encuentra detallado.

2.3.2 SOLUCIONES BASADAS EN HARDWARE

2.3.2.1 3COM – NBX Communication System (Sistema de comunicación)

El producto NBX Communications System de 3COM esta compuesto de una plataforma de telefonía sobre datos a nivel LAN y WAN. Al combinar voz y datos sobre la misma red se elimina el costo de instalar 2 sistemas separados, uno para datos y otro para voz. Esto ofrece gran escalabilidad, administración y reducción de costos. Una organización puede crecer de uno hasta 200 nodos (líneas y estaciones).

El sistema NBX soporta estándares de calidad de servicio (QoS) incluyendo IEEE 802.1p/Q, tipos de servicios IP (TOS) y IETF DiffServ, de esta manera se puede dar una prioridad a paquetes de voz contra los de datos para asegurar una fidelidad de una conversación en la empresa.

Está integrado con un sistema de mensajería mediante el uso de ARS (Automatic Route Selection). Es fácil de usar, posee teléfonos inteligentes, business telephone, que tienen funciones preprogramadas, conference, transfer, redial, hold, one touch access para escuchar correo de voz, follow me, etc.

Es fácil de usar, los administradores pueden crear, eliminar, modificar, cambiar propiedades de una forma sencilla sin necesidad de soporte técnica.

Características:

Esta plataforma de telefonía sobre datos tiene las siguientes características.

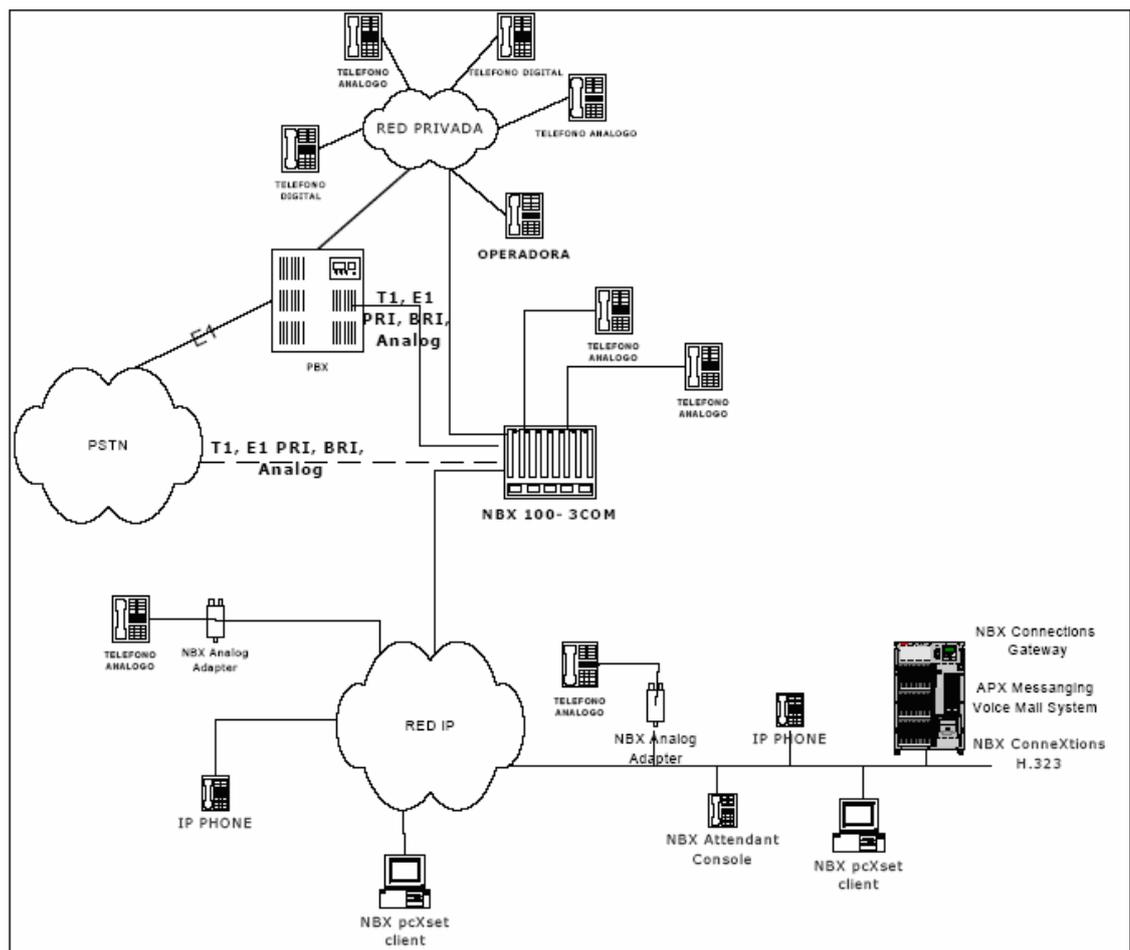
- Trabaja sobre una plataforma independiente.

- Controla las aplicaciones que tiene integradas como el APX Voice Message, sistema de contestación automática.
- Soporta hasta 200 líneas o estaciones pero no mas de 100 líneas CO
- Posee conectores estándares para música en espera o paging
- Posee un conector BNC para expansión 10base2
- Puerto serial para diagnósticos
- Interfase para CTI que trabaja con TAPI “.X
- Reporte detallado de llamadas (CDR)
- Soporta mensajes unificados (IMAP4)
- Trabaja con los protocolos : 100BASE-T, 802.1p/Q.802.2, 802.3 IP, IPTOS/Diffserv, TAPI, IMAP4, H.323, 802.11
- Trabaja con Microsoft Internet Explorer, Outlook Express, Front Page, and Netmeeting.
- Call Center Capability.- Permite ordenar a los usuarios por grupos para de esta manera manejar eficientemente el volumen de llamadas.
- Call forwarding.- Elimina las llamadas perdidas reenrutando las llamadas directamente al correo de voz.
- PC/telephone integration.- Te permite hacer una llamada directamente desde tu computadora.
- Hands-free announcement. Los usuarios pueden responder sus teléfonos vía el speakerphone, sin tener que levantar el handset.

Aplicaciones

Mediante la solución de 3COM se puede implementar la aplicación CTI que permite saber quien esta llamando, enlaza la llamada telefónica a una base de datos permitiendo de esta manera saber quien llama, su historia, deudas, etc, por medio de la computadora.

Diseño de la solución:



La solución de 3COM esta compuesta básicamente por el Chasis NBX 100, el cual se convierte en el Gateway de Acceso a las Redes Públicas o Privadas (PSTN, PBX) desde la Red de Telefonía IP, para la Administración de la Solución se utiliza el Servidor de NBX Connections H323 el cual sirve de Gateway H.323 para los teléfonos IP o PCs con el software PcXSet instalado, adicionalmente existen otros

elementos de la solución como la Consola NBX Attendant (Hardware de Teléfono IP), el Servidor de APX Voice Mail System para manejo de mensajes de Voz Únicamente para la solución de Telefonía IP.

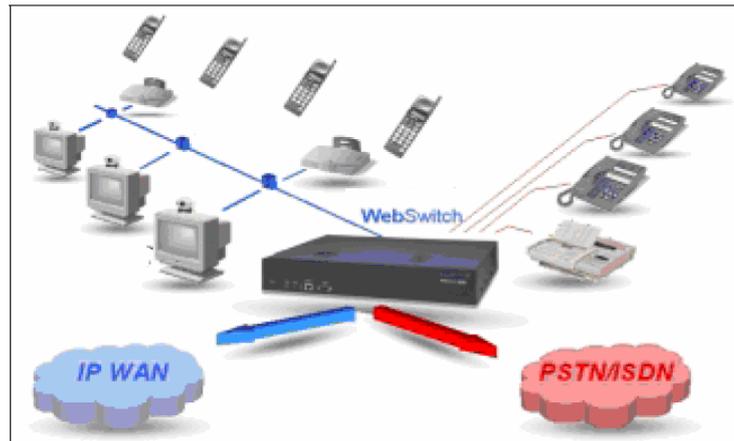
2.3.2.2 Ericcson – Web Switch

La familia WebSwitch es una plataforma de comunicaciones para telefonía IP. Es una solución altamente escalable que puede ser distribuida a través de múltiples lugares en la empresa.

En el WebSwitch 2000, el mainboard tiene adaptado un modulo de procesamiento de voz (VPM). El VPM esta disponible en 3 modelos que soportan 4,8 y 16 canales h.323 IP. El VPM ofrece soporte para clientes h.323 V2., como es la tecnología inalámbrica de NetVision para teléfonos LAN inalámbricos y para teléfonos IP. El VPM también es necesario para conectarse en la red a otros gateways y gatekeeper H.323. La conectividad IP se la obtiene a través de la conexión Ethernet del dispositivo.

El WebSwitch es el bloque central de toda red, converge la tecnología de circuitos conmutados a telefonía IP. Este producto ofrece:

Interfaces de Usuario (Extensiones).- Dentro de este campo se puede implementar con los siguientes elementos: Abonados IP (también llamados extensiones H.323), todos ellos conectados vía Ethernet. Pueden ser Teléfonos IP, Computadores (NetMeeting), y Teléfonos inalámbricos IP (Symbol NetVision).



Abonados tradicionales.- Teléfonos analógicos

Interfaces de red (Troncales).- Dentro de este campo se puede implementar para redes basadas en el protocolo IP, basadas en la conmutación de circuitos (Troncales analógicas, E1, T1, etc)

De acuerdo a las descripciones se puede tener tráfico de datos de las siguientes formas:

- Cliente IP a Cliente IP
- Cliente IP a teléfono Analógico
- Teléfono Analógico a Cliente IP
- Teléfono a Teléfono

Características:

- Este producto es un solo dispositivo combina las características de un PBX (ofreciendo extensiones analógicas e interfaces de troncales),
- Gateway para telefonía IP

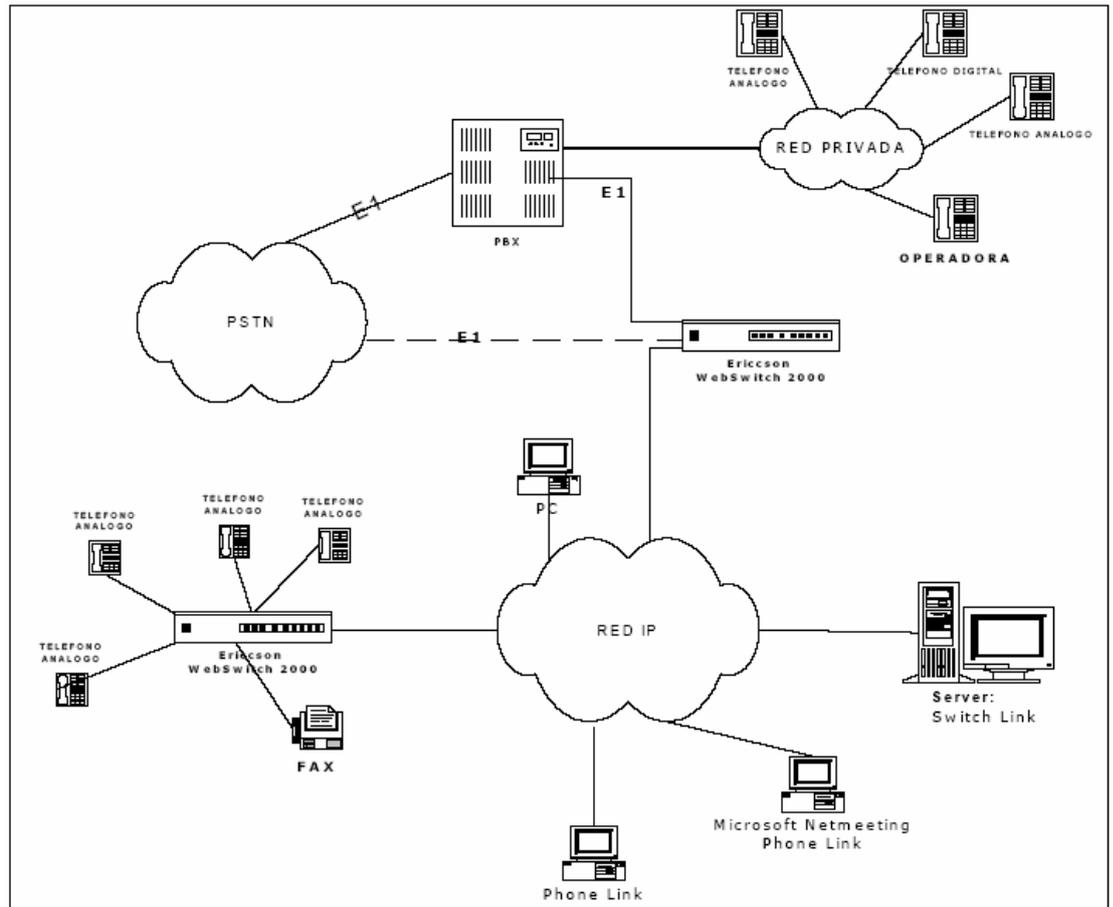
- Administración unificada de las llamadas mediante un software que da la funcionalidad de un PBX (números telefónicos, mapeo IP, etc)
- Correo de Voz
- Contestador automático.
- Las extensiones de clientes H.323 pueden crecer hasta donde le tráfico de la red LAN lo permita, estas extensiones no consumen ninguna clase de interfase física del equipo.
- G.711, G.723.1 and G.729a para compresión de voz
- Adaptive Voice Activity Detection (VAD) – Supresión de silencios
- Soporte de Microsoft NetMeeting como cliente IP
- Soporte para Symbol Technologies NetVision wireless LAN (802.11) IP phones
- Capacidad máxima del Software: 96 extensiones (puertos IP y analógicos) y 76 troncales (troncales IP, analógicas y digitales)

Características técnicas:

- Una tarjeta madre donde se encuentre el CPU
- Un disco duro con capacidad de almacenamiento de 60 horas de correo de voz.
- Fuente de poder (100-240 V AC, 50 – 60 Hz)
- Interfase 10baseT Ethernet (RJ45 Jack) con indicadores de LED

- Puerto serial de comunicaciones (DB9) para configuración básica del equipo.
- Entrada de audio (music on hold)
- Salida de audio para sistema de paging

Diseño de la solución:



La solución de Telefonía IP de Ericsson se basa en el WEBSWITCH 2000, el cual hace las veces de Gateway entre la Red IP y la Red Telefónica tradicional Pública o Privada (PSTN o PBX), así como para incorporar pequeños grupos de teléfonos análogos o faxes a la Red de Telefonía IP.

Otro elemento importante de la Solución es el Software de Administración y Configuración Switch Link a través del cual se configura el ambiente. Otro elemento

de la solución es la aplicación Phone Link, esta aplicación instalada en un PC permite manejar una Interfase Gráfica de un teléfono IP utilizando el protocolo H.323 y usando el WebSwitch 2000 como Gateway.

2.3.2.3 Shoreline –Shoregear voice switches

Este sistema es una solución completa que permite a los empresarios llevar su red de telefonía tradicional a un esquema de datos para comunicarse a través de redes WAN y LAN.

El sistema Shoreline esta basado en una arquitectura de software, actualmente soporta hasta 5000 usuarios, ubicados en distintos lugares a través del mundo.

Componentes:

ShoreGear™ Voice Switches (Enrutador de voz)

La inteligencia de punto a punto de estos switches permite fácilmente actualizarlos y escalar sin afectar la calidad. Actualmente los usuarios pueden seguir llamando y recibiendo llamadas incluso cuando el servidor o la red fallan. La arquitectura del sistema y el proceso de distribución de llamadas permiten operar en una forma simple integrando varios sistemas desde cualquier lugar con una administración simple accesible desde cualquier lugar de la empresa.

Los Switches ShoreGear ofrecen la más alta calidad de la voz, poseen el servicio de música en espera que se lo puede conectar a una salida de algún dispositivo de audio. La salida de audio puede ser usada para un sistema de paging interno.

Los Switches ShoreGear vienen en 4 modelos dependiendo de la densidad de puertos que manejan, estos son:

ShoreGear™ Teleworker Voice Switch (Enrutador de voz)

Este equipo se aconseja ubicar en los lugares remotos donde no se tenga muchas extensiones, y de esta manera va a permitir una comunicación constante con bastante funcionalidad y eficiencia. Posee cuatro puertos analógicos RJ11, un puerto de consola DB9, y un puerto Ethernet 10/100.



Los requisitos mínimos de hardware para soportar este software son:

- Tarjeta de red Ethernet NIC
- 266 MHz Pentium Class PC
- 256 MB RAM
- 65 MB de espacio en el disco duro para el software
- 30 MB de disco duro por hora de mensajes grabados para el voice mail

Los requisitos mínimos de software para soportar este software son:

- Microsoft®Windows NT®Server4.0 with Service Pack 6
- Microsoft®Windows NT®4.0 Option Pack
- Microsoft Internet Explorer. 4.01 o 5

ShoreWare™ Voice Services Server Software (Programa de servicios del servidor).-

Es un conjunto de aplicaciones que permite configurar servicios que son propios de un PBX como el correo de voz, contestadota automática, distribución automática de llamadas más otras herramientas de comunicación.

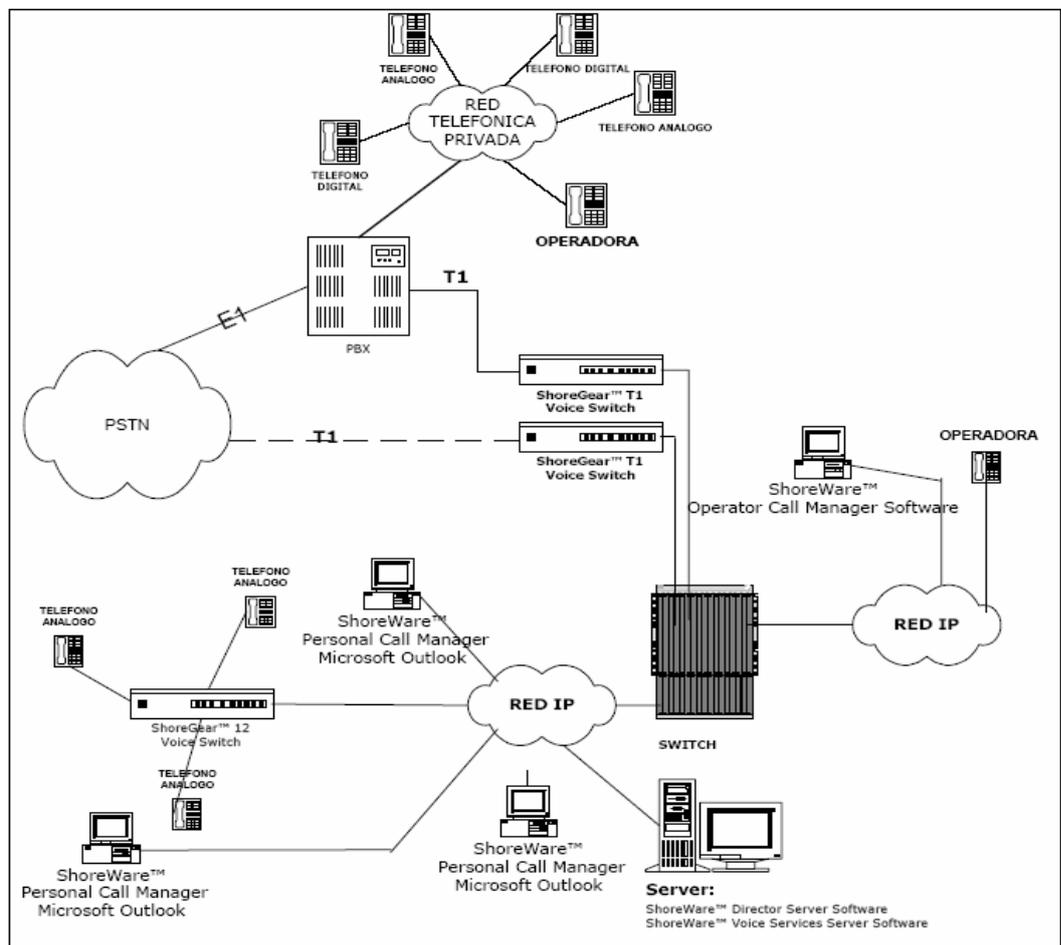
ShoreWare™ Personal Call Manager Software (Programa de manejo de llamadas)

Es una aplicación de Microsoft Windows que permite mediante una interfaz gráfica, controlas todos los aspectos de las extensiones y de esta manera permitir la integración de estos servicios con aplicaciones como Microsoft Outlook y MS Outlook Calendar. A través de este software el usuario puede saber quien lo esta llamando, la duración de la llamada, posee un directorio que fácilmente al hacer clic la llamada se pone en curso. Se puede manejar hasta 16 conversaciones independientes. Es necesario tener este software para poder integrar el correo de voz con el Software Microsoft Outlook en un solo casillero de voz.

ShoreWare™ Operator Call Manager Software (Programa de operadora para el manejo de llamadas)

Es muy fácil de usar y es adecuado para la persona que recepta las llamadas, permitiendo de esta manera una atención más personaliza. A través de este software se puede tener un control completo de la red de voz, permite un sistema de facturación, se puede saber las extensiones que están ocupadas y hacia donde están dirigiendo su llamada. Cuando un llamada esta entrado, aparece en el monitor los datos de esa llamada, número, nombre, etc, a partir de esta información la operadora va a poder enrutar la llamada sin contestarla o hacerlo esperar.

Diseño de la solución:



La solución Shoreline se basa en los ShoreGear™ Voice Switch (12, 14, T1 y Teleworker), estos equipos son configurados en la red por medio del software ShoreWare™ Voice Services Server lo que le da características de un PBX, como son voice mail, caller ID, servicios de telefonía follow me, hunt groups, etc.

Estos switches son monitoreados a través del software ShoreWare™ Director Server, cuya principal función es optimizar el ancho de banda para establecer rutas más cortas. El usuario puede administrar fácilmente sus llamadas con el software ShoreWare™ Personal Call Manager, a través de este programa el usuario va a poder saber quien lo llama, el tiempo de duración de su llamada, puede tener hasta 16

conversaciones simultaneas, permite una integración de su correo de voz con el Microsoft Outlook pero solo funciona con teléfonos que están conectados al switch shoreline.

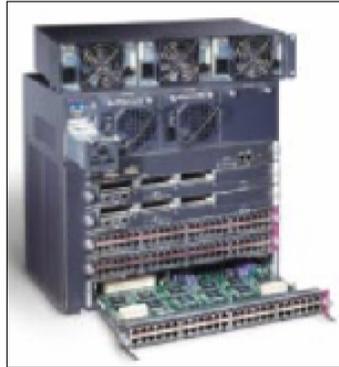
La labor de la operadora se hace más fácil por medio del software ShoreWare™ Operator Call Manager. Este programa le va a permitir visualizar en una forma mucho más interactiva si es que las extensiones están ocupadas, si están recibiendo llamadas o llamando, etc.

2.3.2.4 Cisco Systems - Solución campus telephony basada en el Switch Access Gateway.

Esta Solución de CISCO se basa en el hardware Catalyst de un chasis con capacidad de procesamiento de datos (switching), funcionabilidad de Gateway de Voz y características de Enrutador (Switching-Routing). El chasis Catalyst permite la configuración de módulos destinados a diferentes funciones, uno de estos módulos es el Access Gateway Module, este módulo posee la funcionabilidad provista por el software IOS de CISCO que le da características de IP routing (WAN e Inter VLAN), Gateway de Voz para redes públicas (PSTN) o PBX privadas, y servicios para redes de Voz sobre IP o IP Telephony.

La modularidad del módulo Access Gateway del Catalyst, provee flexibilidad de interfaces de Voz ya que las comparte con las otras familias de dispositivos con soporte de Voz (Routers Cisco 1750, 2600 y 3600).

El Catalyst provee características avanzadas de Administración necesarias para el éxito y mantenimiento de una infraestructura Multiservicio. Una de estas características es la de Virtual LAN auxiliar, esta provee configuración del VLANs automática para teléfonos IP. Esta característica supera la complejidad de sobreponer una topología de red en una red de datos.



Esta solución de IP Telephony se complementa con otros elementos de software y hardware de CISCO, incluyendo correo de voz, PBX IP, teléfonos IP, etc.

Componentes:

1. CISCO Catalyst Access Gateway (Pasarela de acceso)

El Módulo de Access Gateway del Cisco Catalyst tiene tres modos de funcionabilidad:

- Voice network services, servicios de redes de voz
- Voice gateway, pasarela de voz
- IP routing, rutas IP



Este módulo habilita servicios de red de Voz a través de una infraestructura de Datos. Estos servicios pueden ser desarrollados con una red WAN existente o con las capacidades de Gateway de Voz e IP Routing del módulo Access Gateway, para proveer una solución LAN/WAN.

El módulo Access Gateway configurado como un gateway de VoIP soporta Toll Bypass y funciones de gateway H.323.v2, esto le permite soportar llamadas de voz transportadas entre diferentes sitios sobre una Red IP, y convertirse al Catalyst en un Gateway para una Red telefónica Pública (PSTN).

Al habilitar la funcionabilidad de VoIP en el módulo, este utiliza los Digital Signal Processor (DSP) y la característica de IP/Firewall/DSP Plus del Software IOS, esto le permite al módulo Gateway poder manejar interfaces de Voz FXS, FXO, PRI E1 y T1.

2. CISCO CALL MANAGER (Programa de PBX IP)

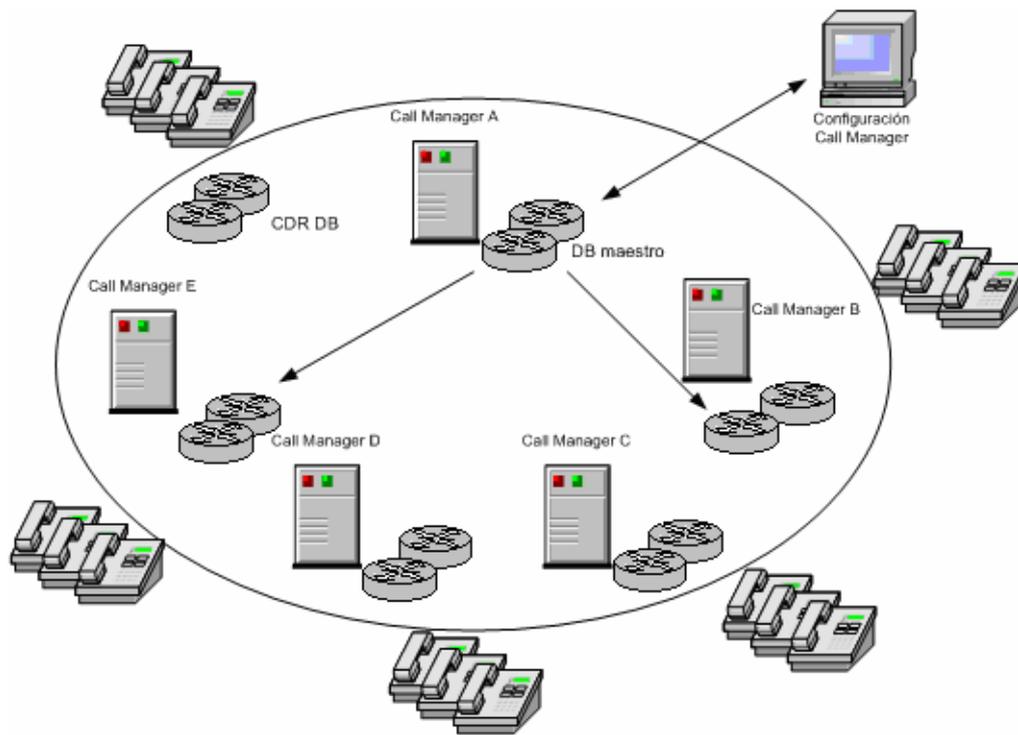
El producto de software Cisco CallManager incluye un conjunto de aplicaciones integradas de voz que permite las conferencias de voz y las funciones de la consola de control manual. La característica más sobresaliente de estas aplicaciones de voz es que no se necesita hardware de procesamiento de voz especial.

Extiende a los teléfonos IP y gateways (como el Access Gateway del Catalyst) los servicios complementarios y mejorados, como la retención, transferencia, reenvío, conferencia, la aparición de varias líneas, la selección automática de ruta, la velocidad de marcación, llamada al último número y otras características. Gracias a que es una aplicación de software, incrementar sus capacidades en los entornos de producción es simplemente una cuestión de actualizar el software en la plataforma del servidor, lo que reduce los costos de actualización de hardware. Es más, Cisco CallManager y todos los teléfonos, gateways y aplicaciones pueden distribuirse por una red IP, proporcionando así una red telefónica distribuida virtual.

La ventaja de esta arquitectura es que mejora la estabilidad y capacidad de ampliación del sistema. El control de aceptación de llamadas garantiza que la calidad del servicio de voz (QoS) se mantiene a lo largo de enlaces WAN restringidos, y de forma automática desvía las llamadas para cambiar a rutas de la red de telefonía pública conmutada (PSTN) cuando el ancho de banda WAN no está disponible.

Varios servidores Cisco CallManager se gestionan y agrupan como una sola entidad. La capacidad de agrupar varios servidores de procesamiento de llamadas en una red IP es única en la industria y resalta la arquitectura líder AVVID de Cisco. La figura ilustra la capacidad de distribución de servidores con un solo grupo. Ofrece una capacidad de ampliación para 10.000 usuarios por cada grupo. Al interconectar varios grupos la capacidad del sistema puede incrementarse hasta decenas de miles de usuarios por cada sistema de multi-ubicación. El agrupamiento incrementa el potencial de varios Cisco CallManagers distribuidos, mejorando la capacidad de ampliación y de accesibilidad de los servidores a los teléfonos, gateways y

aplicaciones. La redundancia triple de servidor mejora el rendimiento general del sistema.



Esta aplicación puede ser adquirida por separado o como parte de un paquete denominado Cisco Media Convergence Server MCS-7830, el cual incluye el hardware del CPU, y el software preinstalado, en ambos casos las características del CPU donde se instale son, Servidor Pentium, S.O. Windows NT 4.0 o superior, Internet Information Server (IIS) versión 2 o superior.

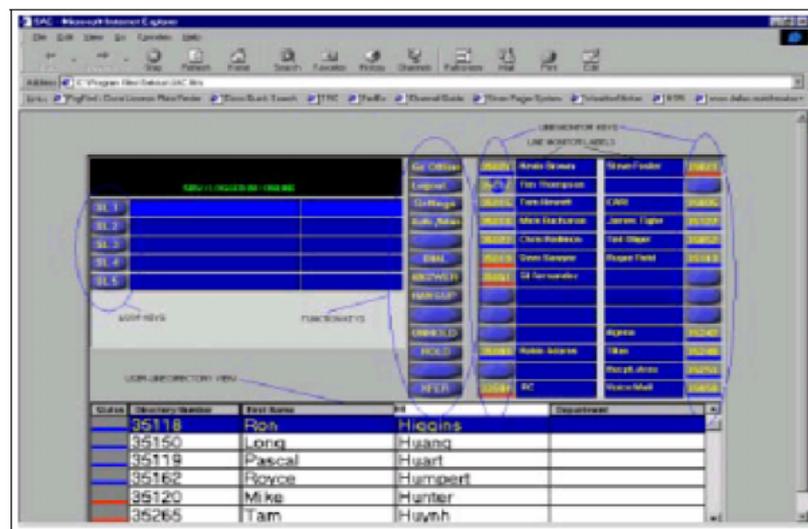
3. CISCO WEB ATTENDANT (Software de Consola para la Operadora).

Cisco WebAttendant se ha diseñado para automatizar de modo eficaz tanto las tareas del usuario como las operaciones administrativas de las funciones de asistencia manual. WebAttendant utiliza una interfaz gráfica de usuario basada en la Web como medio principal para el tratamiento y el control del estado de las llamadas. La naturaleza software de WebAttendant permite la asignación de monitores de control

de líneas sin necesidad de volver a etiquetar físicamente los equipos ampliadores cuando se cambian estos monitores.

En un sistema con cientos o miles de usuarios, el operador WebAttendant puede aceptar las llamadas y realizar una consulta al directorio, seleccionando el campo apropiado en la sección del directorio y tecleando los primeros caracteres de la extensión del usuario, su apellido, su nombre o su departamento. La búsqueda en el directorio devolverá los registros que coinciden con la consulta.

El operador puede ver el estado de la línea del usuario (ocupada, disponible) y comunicárselo a la persona que llama. También puede transferir la llamada al usuario iniciando una secuencia de transferencia a través de la tecla de función asignada, o puede arrastrar y soltar la llamada desde el bucle seleccionado al registro del usuario



Esta aplicación no tiene costo ya que viene incluida con el Software CISCO CallManager y puede ser ejecutada desde cualquier Browser basado en HTTP.

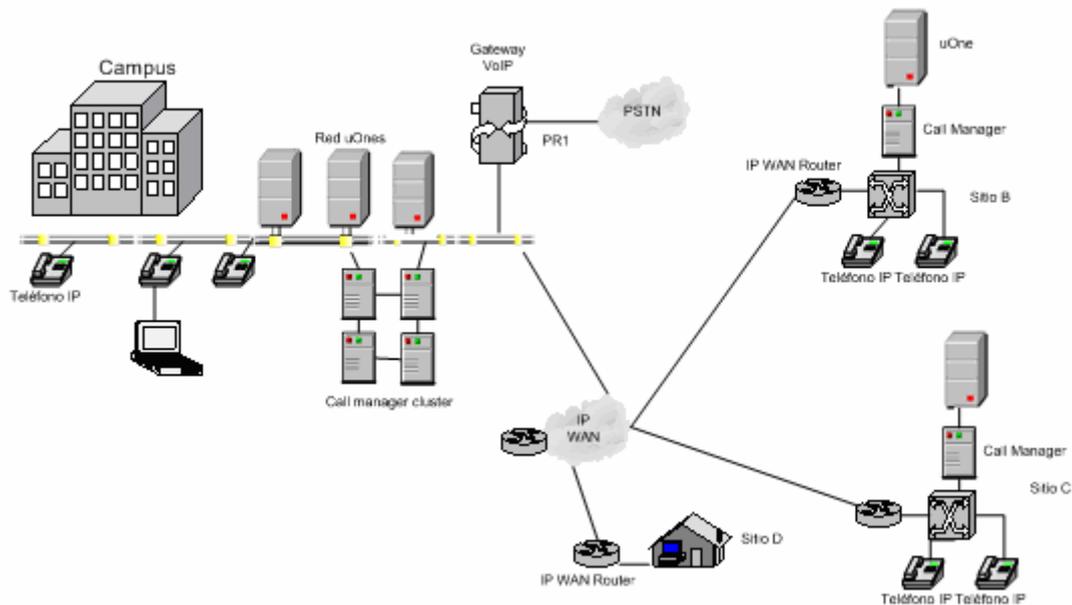
1. CISCO uONE (Programa de Mensajería Unificada).

La aplicación Cisco Unified Open Network Exchange (Cisco uOne) 5.0E ofrece una solución de mensajería de voz para la empresa. La mensajería de voz es una aplicación de misiones críticas que refuerza las comunicaciones de una organización, haciéndolas más veloces y eficaces. Cisco uOne hace posible un mayor volumen de tráfico de comunicaciones, incrementando la productividad de los empleados y mejorando la satisfacción del cliente.

Los abonados de Cisco uOne pueden recuperar, almacenar y grabar mensajes de voz, así como editar o enviar mensajes con comentarios adicionales y responder al mensaje de un abonado con una llamada telefónica. Cisco uOne 5.0E permite a los abonados gestionar sus mensajes de manera más eficaz.

Los servicios de extensión única de número y de notificación inteligente dotan a los abonados de una mayor capacidad de respuesta con respecto a sus clientes. La extensión única de número, una característica configurada por los abonados, permite que las personas que llaman puedan dejar un mensaje o traten de contactar con los abonados a través de varias llamadas a números de teléfono predefinidos. Este servicio proporciona una cobertura de llamada superior cuando la mensajería por sí sola es insuficiente.

Cisco uOne 5.0E se comunica a través de LAN y WAN utilizando cualquiera de los codificadores/decodificadores (codec) G.711 o G.729 y voz a través de IP (VoIP). Cada servidor uOne admite hasta 500 buzones de voz y 20 sesiones simultáneas.



1. CISCO IP PHONE (Teléfono IP de CISCO).

El Cisco IP Phone es un teléfono IP de segunda generación, proporciona seis botones de línea/característica programables y cuatro teclas soft que guían al usuario sobre las diferentes características y funciones de las llamadas. El Teléfono IP presenta también una pantalla LCD de gran tamaño basada en píxeles. Dicha pantalla muestra la fecha y la hora, el nombre y el número de la persona que realiza la llamada y los números marcados.

La pantalla ofrece también estado de las características y de la línea, altavoz (manos libres) y características de auriculares, así como un botón de silencio, que controla los micrófonos del altavoz, del auricular o de los auriculares.



El switch interno Ethernet permite una conexión directa con una red 10/100BaseTx Ethernet a través de una interfaz RJ-45 que proporciona una única conexión LAN. La segunda RJ-45 puede utilizarse para conectar un PC próximo. Los usuarios pueden dirigir el teléfono y el PC a LAN virtuales (VLAN) diferentes (802.1Q).

CISCO IP SOFTPHONE (Programa de Telefonía IP para PCs).

El IP SoftPhone de Cisco saca partido de la versatilidad de uso de un PC y puede controlar su teléfono IP de hardware, además de funcionar como teléfono IP de software autónomo. Su intuitiva interfaz de usuario (vea la Ilustración) y sus controles contextuales sustituyen a los complicados y poco intuitivos botones y a las arcaicas combinaciones de teclas de los teléfonos convencionales. Además, puesto que el IP SoftPhone de Cisco se integra con NetMeeting de Microsoft, las herramientas de colaboración multimedia se encuentran a su alcance con un solo clic.

Cuando se establece una conferencia de voz, podrá compartir las aplicaciones que se ejecutan en su escritorio con los otros participantes, seleccionándolas de una lista o arrastrando los documentos asociados sobre la sala de conferencias virtual.

Esta aplicación puede ser instalada independiente o en conjunto con el hardware de Teléfono IP de CISCO, ya que puede manejar las mismas opciones y funciones del hardware pero desde la pantalla del PC. Se puede instalar en cualquier PC con sistema operativo Windows 95, 98, NT o 2000.



Características y aplicaciones:

Del Modulo Access Gateway del Catalyst:

- Soporte de IP Routing con características de IP Firewall del CISCO IOS.
- Soporta 2 modos de operación, Voz sobre IP y Telefonía IP.
- Echo Cancellation, cancelación de eco.
- Silence Supresión y VAD (Voice Activity Detection)
- Soporte de hasta 30x4 canales de Voz (PBX o PSTN); soporte de G.711 and G.729a
- Fax Relay—compatible con otros gateways basados en Cisco IOS
- Soporte de Transcoding—16 canales full duplex
- Soporte de Conferencing—máximo 24 streams (4 conferencias x6 hasta 8x3)

Del Software de PBX IP (CALLMANAGER):

- Routing alternativo automático
- Ajuste de atenuación/ganancia en cada dispositivo (teléfono y gateway)
- Selección automatizada de ancho de banda por llamada
- Selección automática de ruta

- Control de aceptación de llamadas
 - “Grupos” de Cisco CallManagers
 - FAX a través de IP—G.711 “pass-through”
 - Interfaz H.323 a dispositivos seleccionados de otros fabricantes
 - Visor remoto terminal del sistema operativo
 - Aplicación de telnet relay
 - Señalización DTMF fuera de banda a través de IP
 - Recuperación de fallos PSTN
 - Redundancia
 - Compatibilidad con aplicaciones de otros fabricantes
 - Estadísticas de facturación y llamadas
 - Configuración y administración de recursos/aplicaciones compartidas
 - Recurso “bridge, puente” de conferencias
-
- Características administrativas
 - Instalación y configuración remota del sistema/dispositivo a través del explorador Web
 - Control de línea simultáneo para varios operadores: cualquier operador puede ver el estado de cualquier línea desde la interfaz de usuario de su consola

Del Software de Mensajería Unificada (uONE):

- Acceso telefónico: servicios de la persona que llama
- Añadir un saludo personal o del sistema
- Reproducir mensajes grabados

- Mensajes regrabados
- Transferencia a otra extensión
- Extensión única de número: realiza varios intentos para contactar con la persona si así lo decide el que llama
- Salida a cero para un servicio definido por el abonado
- Compatibilidad con varios idiomas

Acceso telefónico: servicios del abonado

- Recuperación de mensajes
- Control de la reproducción del mensaje: pausa, avance, salto al final
- Grabar y enviar un mensaje nuevo
- Marcar la prioridad y confidencialidad del mensaje
- Volver al mensaje anterior: retroceder a través de la cola de mensajes
- Dirección/marcación por nombre
- Responder con un mensaje o llamada telefónica (y regresar a la sesión del buzón de voz)
- Hacer una llamada (y regresar a la sesión del buzón de voz)
- Compatibilidad con varios idiomas

Acceso telefónico: administración del abonado

- Grabar saludos personales
- Grabar saludos de ausencia ampliada
- Modificar un número de identificación personal (PIN)

- Configurar la extensión única de número
- Definir, grabar y editar la lista de distribución personal
- Definir los niveles y modos de notificación para varios tipos de mensajes.
- Establecer días y horario de oficina
- Configurar un número asistente de cobertura de la llamada atendida.
- Acceso Web con with Cisco uView: servicios del abonado
- Recuperar los mensajes de voz a través de un explorador
- Web estándar y un PC multimedia
- Control de la reproducción del mensaje: pausa, avance, salto al final
- Responder y reenviar mensajes
- Grabar y enviar un mensaje nuevo
- Definir, grabar y editar la lista de distribución personal
- Establecer días y horario de oficina
- Configurar un asistente

Del Hardware de Teléfono IP (IP Phone):

- Mensajes: el Teléfono IP identifica los mensajes entrantes y los muestra como registros de llamada interna y externa. Esto permite identificar las llamadas con rapidez y contestarlas de una manera eficaz.

- Directorios: entre los directorios que estarán disponibles se encuentran Personal, Local y Empresarial. El directorio corporativo se podrá integrar con el directorio estándar LDAP3 de su empresa.
- Configuración: muestra contraste, más de 24 tonos de timbre configurables por el usuario, configuración del volumen y otros valores y preferencias del usuario. También es posible establecer preferencias de configuración de la red.
- Información: esta característica de ayuda en línea le ofrece al usuario información instantánea por medio de la pantalla de gran tamaño sobre la manera de utilizar las teclas, los botones y las características.
- 24 tonos de timbre ajustables por el usuario
- Un auricular que mejora la audición (cumple con los requisitos del American Disabilities Act [ADA])
- Compresión de sonido G.711 y G.729a
- Compatibilidad con H.323 y Microsoft NetMeeting
- Asignación de una dirección IP: Dynamic Host
- Configuration Protocol (DHCP) o configurada de modo estático
- Puerto EIA/TIA RS-232 para añadir más opciones.

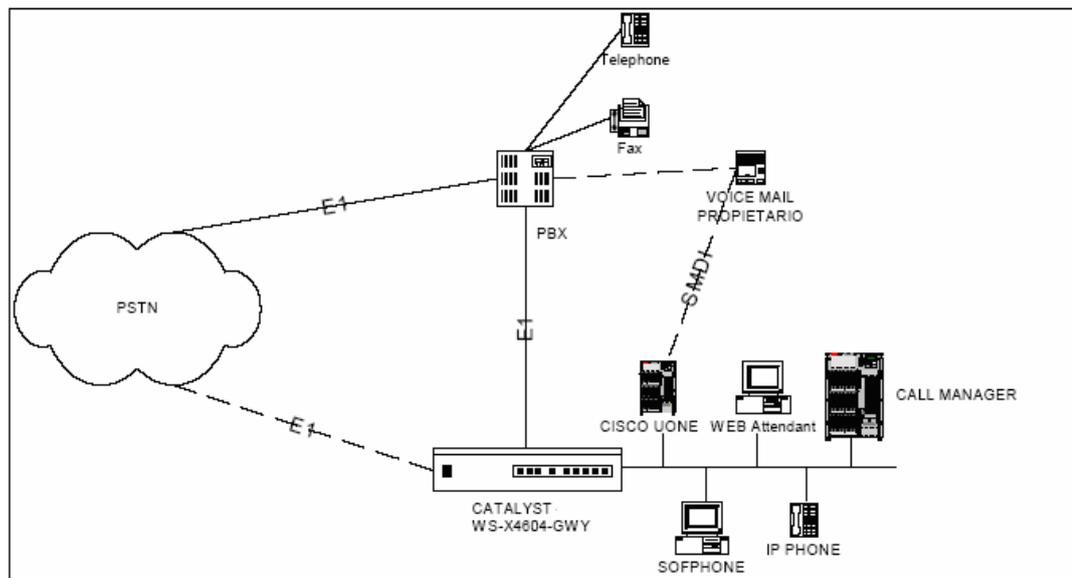
Del Software de Teléfono IP (CISCO IP SoftPhone):

- El IP SoftPhone de Cisco va más allá de los teléfonos convencionales y le ofrece ventajas avanzadas que sólo se encuentran disponibles con la integración de las redes Cisco AVVID y las aplicaciones PC.

- Integración de la colaboración: el IP SoftPhone de Cisco se integra con Microsoft NetMeeting.
- Los usuarios se conectan con un teléfono IP virtual sólo de software o trabajan conjuntamente con un teléfono IP de Cisco.
- El usuario dispone de un visor autoconfigurable con un teclado numérico de marcación, directorio, historial de llamadas y otras funciones.
- Los usuarios realizan la marcación a través del teclado o de la ventana de teclado numérico.
- Ofrece compatibilidad con las características “arrastrar y soltar”.
- El IP SoftPhone de Cisco puede reproducir archivos de sonido grabados por el usuario para las personas que llaman.
- Registro del historial de llamadas: el IP SoftPhone de Cisco ofrece la capacidad de mantener un registro de sus llamadas de forma automática; se registran el número llamado, la hora de inicio y la duración de la llamada.
- Se incluye un sistema integrado de ayuda.
- Se incluyen teclas contextuales de función.
- El IP SoftPhone de Cisco cuenta con todas las características de un teléfono de puesto de trabajo empresarial.
- Está plenamente integrado con el teléfono IP de Cisco.
- Ambos dispositivos reflejan el mismo estado actual de las llamadas.
- Los usuarios realizan o reciben las llamadas en una red empresarial convergente o en redes de tecnología de propiedad (PSTN o PBX).
- Incluye la identidad de la persona que llama.

- Desvío de llamadas: los usuarios pueden encaminar su llamada automáticamente al correo de voz o a otro destino.
- Transferencia de llamadas: dispone de transferencia de llamadas convencional o “a ciegas”.
- Incluye la función de suspensión temporal.
- Los usuarios pueden establecer una conferencia “arrastrando y soltando”.
- Incluye una función de “no molestar”.
- Incluye una opción de rellamada automática.
- Incluye la integración con directorios públicos y probados (libreta de direcciones).
- El inicio de la llamada se realiza al terminar el nombre del directorio o “arrastrando y soltando”.
- Los usuarios realizan la marcación a través del teclado o de la pantalla de teclado numérico.
- Incluye la integración con el buzón de voz.
- Incluye controles de volumen de auriculares o altavoces del PC.
- Incluye controles de volumen y silencio para el micrófono.
- Incluye controles de volumen y silencio para el timbre.

Esquema y descripción de la solución:



La Solución de CISCO se basa en la PBX IP Cisco CallManager, este software administra todo lo relacionado con la Red de Telefonía IP, incluyendo el Gateway Catalyst , el Servidor de Correo Unificado (UONE), las herramientas de Administración tipo Web (Web Attendant) y los clientes de telefonía IP (Teléfonos IP y Software IP SoftPhone).

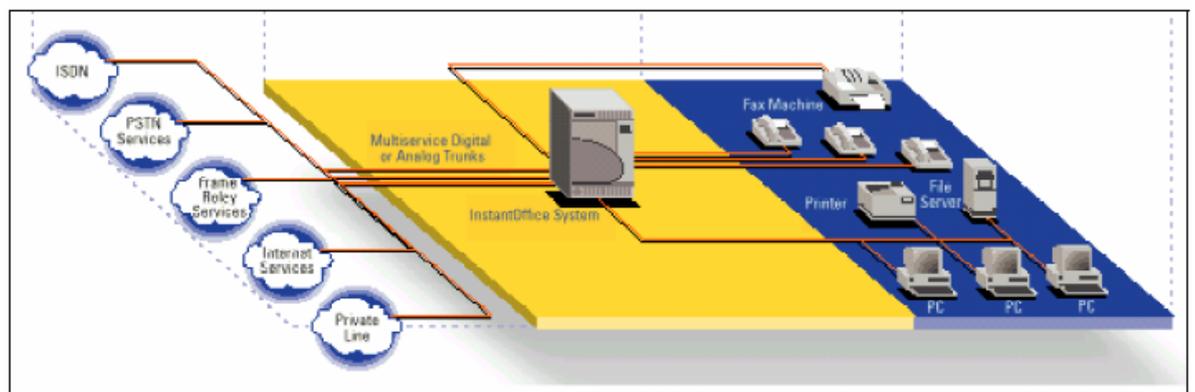
Las funciones están claramente identificadas, el Gateway del Catalyst 4000 permite la interconexión con la Red Telefónica Pública o Propietaria (PSTN o PBX), el Servidor de Cisco uONE maneja la mensajería de la solución IP y puede integrarse a soluciones propietarias de las PBXs (a través de protocolos como SMDI) para lograr una solución de Mensajería Unificada tanto para la red IP y la Red Propietaria.

La herramienta de consola gráfica para la Operador CISCO Web Attendant se encarga de suplir las tradicionales Consolas Telefónicas propias de las PBX tradicionales, por una interfase gráfica accesible desde un browser http.

Los Teléfonos IP tanto de Hardware como de Software (IP SoftPhone) son las interfaces de acceso a la red de Telefonía IP, los cuales mediante el Gateway pueden también interactuar con los clientes de la red Publica PSTN, o redes Privadas (PBX). Todos estos elementos son administrados centralizadamente a través del PBX IP Cisco CallManager, este Servidor realiza las funciones de conmutación de llamadas, conferencia, administración de los canales de Voz, Integración con el Correo de Voz, etc.

2.3.2.5 Vertical Networks –Instant Office.

La Solución de Vertical Networks para telefonía IP se basa en la plataforma INSTANT OFFICE, cuyo principal componente es el Chasis Instant Office 3000 y 5000, complementado por las herramientas de Software Office Attendant, Voice Mail Service y Office Communicator.



El enfoque de Vertical Networks es el de ofrecer una solución dirigida a las pequeñas oficinas u Oficinas remotas (branch office / small office) dentro de un ambiente de Red Corporativo Centralizado, el diseño de esta solución utiliza la telefonía sobre IP para interconectar las líneas locales (Análogas o digitales) con otras oficinas o con la Oficina Central, utilizando una red de Datos (Intranet, Internet, Enlaces Dedicados, Frame Relay, SDSL, etc.).

Paralelamente la solución contempla la conexión a la Red Pública (PSTN) o Privada (PBX tradicional) mediante enlaces Troncales (FXO, T1, o PRI ISDN). En el caso de la Solución Instant Office, las troncales Telefónicas pueden configurarse como respaldo de la conexión de Voz sobre Datos.

Esta solución cubre el Gateway de Acceso a las redes Telefónicas Públicas o Privadas mediante enlaces Troncales (FXO), ISDN PRI y T1. También se incluye el Gateway H.323 para comunicación de Voz sobre enlaces de Datos, incluye también la conexión de las extensiones telefónicas análogas y fax existentes incorporándolas a la solución Global. Todas estas funcionalidades son posibles en el mismo Chasis Instant Office 3000 o 5000.

El resultado final es un Equipo Híbrido que cubre las funciones de un PBX tradicional, un Hub Ethernet, un Sistema de Voice Mail y un Gateway H.323 todo en un solo equipo. La arquitectura en la que se basa esta solución es en un CPU Pentium III con un HHDD de 13 GB. Y 384 MB de RAM, el Sistema Operativo con el que trabaja el Chasis es Windows NT, lo cual ofrece una Administración más amigable y familiar.

El Software de Correo de Voz y de la Asistente Virtual (Attendant) se compra por separado pero se instalan en el mismo Chasis, completando la solución. Dentro de los equipos accesorios que incluye la solución Vertical Instant Office están teléfonos propietarios Análogos y Digitales, los cuales se conectan al Sistema para trabajar como cualquier sistema de PBX de Oficina tradicional.

La serie de Instant Office 5000 provee una Plataforma de Comunicaciones integradas robusta y modular, ideal para oficinas pequeñas con hasta 84 usuarios. Diseñada para un uso y administración sencillos, esta solución de un solo sistema ofrece servicios de voz completos, Comunicación LAN/WAN para Datos, Acceso a Internet de Alta Velocidad, Telefonía IP, aplicaciones de Telefonía por Computadora y capacidad de Administración Remota.

El equipo Instant Office 5000 (y el 5500) pueden soportar hasta 84 puertos telefónicos analógicos o digitales, hasta 84 puertos Ethernet de Datos, Enrutamiento Multiprotocolo e Interfaces WAN de Banda Ancha. El modelo 5500 ofrece adicionalmente un procesador de mayor velocidad, más memoria y un Drive de CD-ROM y el soporte de características de Priorización.



La plataforma I.O. 5000 soporta todas las aplicaciones de comunicaciones de Misión Crítica que existen hoy, adicionalmente permite la migración a nuevas aplicaciones que utilicen el standard de NT Application Programming Interfaces (APIs). El modelo 5500 viene con características del Sistema NT específicamente diseñadas para soportar aplicaciones de terceros, y es ideal para entregar servicios avanzados y aplicaciones sobre Redes IP.

La arquitectura del Sistema 5000 asegura Alta disponibilidad, con arquitectura de software con aislamiento de subsistemas, monitoreo basado en SNMP, Fault Monitoring, Power Failure transfer, y diagnostico remoto de voz y datos. Las características de tolerancia a fallos incluye fuentes de poder y Discos Duros Redundantes.

Los Servicios de Voz entregan una amplia gama de características y funcionalidades las mismas que integradas con soluciones de Voz tradicionales, ofrecen una sinergia de funcionalidades compartidas.

Estos servicios Incluyen:

- PBX de circuitos Switchados tradicionales y de Paquetes Switchados (IP).
- Gateway de Voz sobre IP
- Servicio de Correo de Voz
- Servicio de Operadora Automática (Automated Attendant)
- Soporte de Aplicaciones de telefonía por Computadora (Computer Telephony).

La solución también ofrece servicios de Red LAN/WAN para datos, soportando los protocolos estándares para LAN y WAN, en LAN se incluye Hubs y Switches Ethernet 10/100, en la WAN soporta interfaces de alta velocidad y protocolos de Enrutamiento IP y características de Seguridades como Firewall, VPN y encriptación.

Estos servicios incluyen:

- Acceso a Intranet e Internet
- Interfaces WAN T1, ISDN PRI, Frame Relay, SDSL, DDS 56/64K y análogo.
- Enrutamiento Multiprotocolo
- Hub y Switching LAN
- Seguridades con VPN, Firewall y encriptación
- DHCP, DNS y NAT

El soporte de un mayor número de protocolos de enrutamiento y características de ruteo, se obtiene gracias a la capacidad de incorporar un modulo de Ruteo que no es más que un Router Cisco adaptado al Chasis Instant Office.

El Instant Office 5000 también ofrece facilidades de administración local y remota, utilizando el estándar SNMP puede ser administrado por cualquier herramienta de Management compatible con ese protocolo.

Las facilidades de Administración que ofrece el Chasis 5000 incluyen:

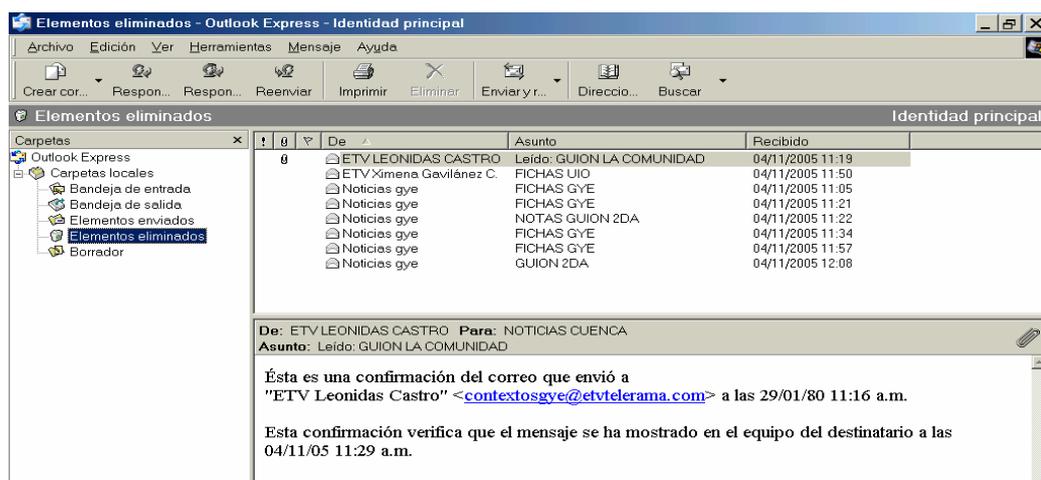
- Administración basada en el Web para uso local o remoto, permite hacer monitoreo de fallas, configuración y diagnósticos.
- Distintos niveles de administración configurables
- Full soporte de SNMP para administración de Voz y Datos
- Upgrade de Software Remoto
- Registro detallado de llamadas

Voz de correo y operadora automática.-

Estas aplicaciones de Software realizan labores específicas que son complementarias entre sí, el Auto Attendant es la aplicación que permite enrutar las llamadas automáticamente a la extensión o direccionar al casillero de mensajes de Voz.

El Software de Voice Mail permite acceder al casillero de voz si la extensión está ocupada o no disponible, así como también permite a los usuarios acceder a escuchar sus mensajes vía telefónica o recibirlos mediante las aplicaciones de Correo Electrónico como Outlook en formato de archivo de sonido (WAV).

La aplicación de Correo de Voz permite la integración con otros sistemas de Mensajería a través del protocolo IMAP4, lo cual permite el manejo de mensajería unificada tanto de datos como de voz. Adicionalmente esta aplicación permite la comunicación con sistemas remotos del mismo tipo utilizando el sistema AMIS Networking.



La aplicación de Automatic Attendant también brinda la facilidad a la persona que llama de acceder a su servicio de Intelligent Call Routing que le permite acceder a un departamento o persona sin la ayuda de la operadora o sin conocer el número de extensión, permitiéndole acceder al directorio telefónico interno.

Estas aplicaciones se adquieren juntas e incluyen 12 licencias de usuario de correo de voz, pudiéndose adquirir licencias en paquetes de 12.

3. Teléfonos propietarios INSTANT OFFICE.

La solución Instant Office incluye algunos modelos de teléfonos propietarios que aseguran el completo aprovechamiento de las características únicas del Sistema Instant Office 5000.

Existen dos tipos de teléfonos I.O., los analógicos y los digitales, los teléfonos analógicos son compatibles con cualquier sistema telefónico tradicional, en cambio los teléfonos digitales trabajan únicamente como parte de una solución que incluya el chasis Instant Office 5000 o 3000.

Los teléfonos digitales permite el total aprovechamiento de las características del PBX 5000, incluyendo manejo de varias líneas, conferencia avanzada, paging, botones de funciones, etc.

Los teléfonos analógicos son estándares y compatibles con cualquier sistema tradicional, pero adicionalmente incluyen una serie de botones programables y el

fabricante recomienda altamente que se utilicen sus teléfonos análogos dentro de la solución, aunque no es imprescindible.

4. Aplicaciones de telefonía para computadora.

Otro elemento de la solución de Instant Office son las aplicaciones de Computer Telephony, estas son OFFICE COMMUNICATOR y OFFICE ATENDANT.

Estas aplicaciones permiten a los usuarios acceder a características mas avanzadas del sistema telefónico que no están disponibles en un teléfono analógico.

Incluso permite tener casi las mismas características de los teléfonos digitales propietarios. La aplicación Office Atendant ofrece gran facilidad de manejo y administración del ambiente Instant Office, esta herramienta esta orientada a los administradores o asistentes de staff o departamento ya que permite funcionalidades tales como ver el status de las extensiones, así como acceder a las bases de datos de contactos de aplicaciones como Outlook y ACT!

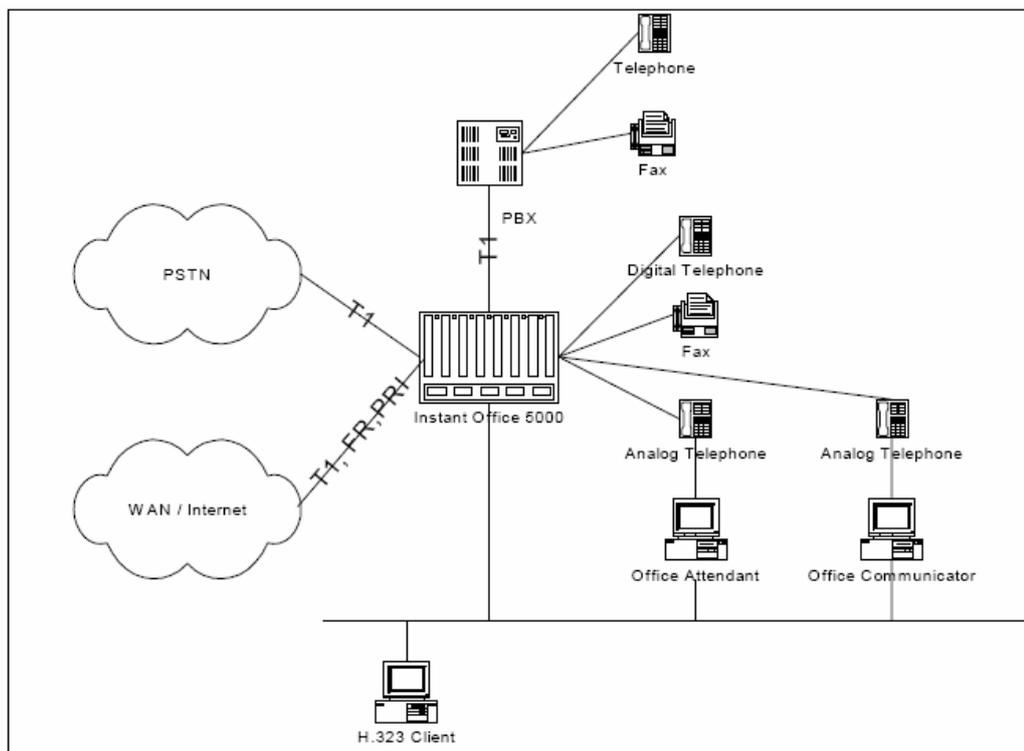


En el caso de la aplicación Office Communicator, esta permite acceso a características avanzadas para usuarios finales, permite administrar de manera mas

optima la extensión personal de cada usuario, pudiéndose integrar a aplicaciones personales como Outlook y ACT!.

Esquema de la solución:

La Solución de Vertical Net Works se basa en el Chasis Instant Office 5000, este equipo es un híbrido diseñado para realizar funciones de PBX tradicional, Gateway H.323, Backbone de datos y Punto de Acceso a una Red WAN o Internet. Esta solución no incluye Teléfonos IP ni software cliente H.323, aunque por incluir un Servicio de Gateway H.323 podría utilizarse clientes estándares.



La funcionalidad de Voz sobre IP de la Solución esta orientada a transformar la Voz en Paquetes IP y transportarla a través de la Red WAN o el Internet a un sistema 5000 similar en una oficina remota.

Por esto la fortaleza de la solución esta en integrar todas las tecnologías necesarias para el trabajo de una oficina remota, incluyendo la función de PBX tradicional. Por

lo que existe una limitante de hasta 84 usuarios, ya que este es el límite de extensiones telefónicas que puede soportar.

Para esto la solución ofrece una gran variedad de Interfaces Telefónicas (Análogas o Digitales) y troncales (FXO) para acceso a la red PSTN.

Esta Solución se complementa con el Servicio de Voice Mail y de Operadora Automática que se incluyen como software adicionales que se montan en el equipo 5000.

2.4 SELECCIÓN DE LA SOLUCION MÁS CONVENIENTE.

A continuación se detalla una tabla donde se hace una comparación de todas las soluciones estudiadas:

CARACTERISTICAS DE LOS PBX` S IP	3Com NBX 200	InternetPBX COMM2001	Shoreline ShoreGear Voice Switch	Vertical Networks Instant Office PBX	Natural MicroSystems FUSION	Ericcson Switch 2000	Cisco VoIP Solution
VOZ SOBRE IP							
EL PBX incluye funcionalidad VoIP	Si	Si	SI	SI	Si	Si	Si
Que procotolo de Voip maneja	H323	H323	SIP y derivados	H.323 MGCP	H323, SIP, MGCP	H323	H323
Existe funcionalidad sobre IP entre enlaces con el PBX?	Si	Si	SI	Si	No	Si	Si
Necesita hardware adicional para rutear las llamadas entre PBX?(gateway)	Si, Connexion Software + Servidor Windows NT	No	No	No	Si	No	No
Si la llamada de Voip falla, el PBX automaticamente operará las lineas PSTN	Si	No	SI	SI	Si	Si	Si
El PBX soporta 802.1p/802.1q?	Si	No	No	No	No	Si	Si
Soporta tipo de servicios de bits ? Diffserv?	Si / Si	No / No	No / No	Si / Si	Si / Si	N/A	Si / Si
TRONCALES							
Puede definir grupos de troncales/Grupos de troncales Voip?	Si / Si	Si / Si	SI / SI	SI/SI	Si / Si	Si / Si	Si / Si
El chasis del PBX incluye CSU/DSU integral	No	Si	SI / SI	SI/SI	No	No	No
EL PBX puede manejar voz y datos sobre la misma troncal	No	Si	SI / SI	SI/SI	No	Si / Si	Si
Soporta DID/Caller ID/DNIS/ANI	Si / Si / Si / Si	Si / Si / No / No	SI / SI / SI / SI	SI/SI/SI/SI	SI/SI/SI/SI		SI/SI/SI/SI
ADMINISTRACION/REPORTES							
La adminisitracion local del PBX usa browsers, UI, etc	Browser	MMC	Browser	Browser	UI (prograandola con los APIs)	UI	UI, Browser
La adminisitracion remota del PBX usa browsers, UI, etc	Browser	MMC	Browser	Browser	UI (prograandola con los APIs)	UI	Browser
El sistema de monitoreo usa SNMP	No	No	Si	Si	No		Si
¿Posee el reporte detallado de llamadas?	Si	No	Si	Si	Si (programable)	Si	Si
¿Trabaja con una base de datos interna o externa?	Puede ser exportado	No	Si	Si	Si (Externa)	Si	Externa

CARACTERISTICAS DE LOS PBX´S IP	3Com NBX 200	InternetPBX COMM2001	Shoreline ShoreGear Voice Switch	Vertical Networks Instant Office PBX	Natural MicroSystems FUSION	Ericcson Switch 2000	Cisco VoIP Solution
EXPERIENCIA DE USUARIO							
soporta todos los estandares y carateristicas de los telefonos	Si	Si	SI	Si	Si (programable)	Si	Si
Con UI, Los telefonos analogicos tienen todas las características de los digitales/propietarios telefonos	No	Si	SI	Parcial	Si (programable)	No	No
Viene con Interface de Usuario UI basada en PCs?	Si	Si	SI	Si	No	No	Si
Usa interfase TAPI? / version ?	Si / 2.x	No	SI / 2.1	Si / 3.0	Si /		Si / 2.1
La interfase UI provee características "point an click" en el telefono?	No	Si	Si	Si	Si (programable)	Si	Si
UI provee el indicador de Busy lamp en todos los telefonos	No	Si	SI(Operadores y Supervisores)	Si	Si (programable)	N/A	Si
UI provee indicador de estado de linea	No	Si	SI(Operadores y Asistentes)	Si	Si (programable)	No	Si
Se puede crear un perfil de horarios para el manejo de llamadas?	No	No	SI	Si	Si (programable)	SI	Si
La Interface UI del Administrador de Llamadas es accesible desde el INTERNET?	Si	Si	SI	Si	Si (programable)	No	Si
Al recibir una llamada puede ver la informacion de la extension que llama?	Si (requiere software compatible con TAPI)	Si	SI	Si	Si (programable)	Si	Si
Trabaja con PIMs para avisos en pantalla (Outlook, ATC, etc)	Si	Si	SI	Si	Si (programable)	Si	Si
Tiene soporte de llamadas "follow-me" para cuando se esta fuera de la oficina	Si	Si	SI	Si	Si (programable)	Si	Si

2.4.1 Análisis y recomendaciones de 3 proveedores.

Una vez revisadas las características de las siete soluciones consideradas para nuestro proyecto, hemos procedido a realizar un análisis preliminar de las mismas con el objetivo de descartar cuatro soluciones y reducir el análisis final a solo tres.

Introducción.-

Antes de realizar el análisis preliminar hemos establecido cuales son las características esenciales que debe tener la Solución que se aplique a nuestro proyecto.

Estas Características son:

1. Permitir la Integración y la Interacción de una nueva solución de Telefonía basada en el Estándar de Voz sobre IP, con un Sistema Telefónico Privado existente (PBX) y con una Red Telefónica Publica (PSTN) con enlaces troncales de alta capacidad (E1, T1 o similares).
2. Soportar el uso de la Telefonía IP en clientes de Hardware y Software a través de la Red LAN y/o WAN, con el fin de que a futuro se maneje una sola infraestructura de comunicaciones para Voz y Datos.
3. Ofrecer Servicios adicionales como Mensajería de Voz, Operadora Automática, soporte de Interfase Grafica de Usuario (GUI) en las aplicaciones de Administración, etc., que faciliten la administración y manejo de la Solución integrada y que hagan el manejo del nuevo ambiente más amigable y flexible que como es actualmente.

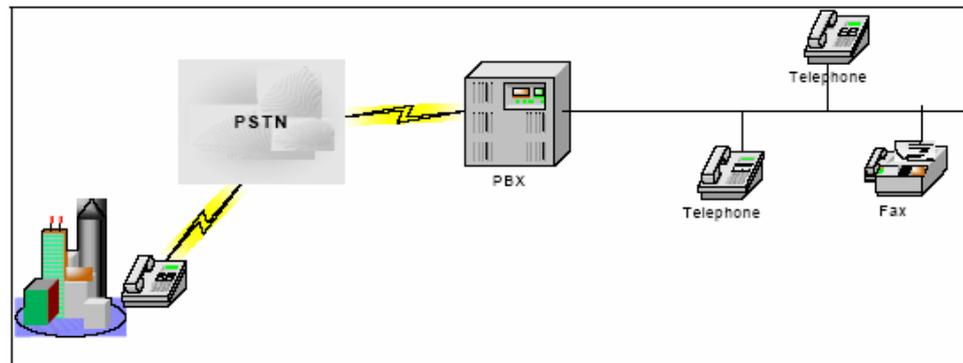
Una vez establecidas estas características, hemos revisado las Soluciones en sus puntos más relevantes y procedimos a evaluarlas basados en las características que buscamos, desarrollando el siguiente Análisis.

Análisis preliminar

A continuación se encuentra el Análisis Realizado, tomando en consideración cada una de las 3 características que se definieron como requisitos fundamentales de la solución y por lo tanto serán los parámetros según los cuales se realizará la evaluación.

1. Integración e interacción de sistemas.

Tomemos en consideración un ambiente prototipo similar al de nuestro Proyecto:



Como podemos observar, el PBX realiza labores de conmutación entre la Red Privada y la Red Pública (PSTN), toda comunicación telefónica desde y hacia la Red Interna es manejada por la PBX. La infraestructura típica de este ambiente incluye:

- Cableado Interno Telefónico Tradicional (Categoría 2 o 3).
- Dispositivos Telefónicos Estándares, Teléfonos Analógicos y Digitales multilínea.

- Conexiones estándares con la Red Pública, Analógicas o Digitales de alta capacidad (E1 o ISDN PRI).

Dado que la primera característica definida es la Integración de la nueva Solución con el ambiente Telefónico tradicional existente, debemos evaluar en que forma las Soluciones cubiertas cumplen esta característica y cuáles son sus alcances y características.

Revisando las características de las soluciones evaluadas, podemos ver que todas las soluciones poseen módulos con Interfaces Análogas troncales para la conexión hacia la Red Pública (PSTN) o Privada Propietaria (PBX), permitiendo una comunicación estándar pero de muy poca capacidad, nuestro interés es buscar una solución que ofrezca mayor capacidad en la interconexión de ambientes.

De las tecnologías analizadas vemos que el mayor soporte es hacia la interfase E1, suponemos que debido a que este estándar es el más común en Estados Unidos y Asia, que es de donde provienen la mayoría de empresas fabricantes.

En el caso del soporte al protocolo ISDN, solo 5 de las Soluciones soportan este estándar, con sus respectivas interfaces E1-PRI o T1-PRI, estas soluciones son:

- 3COM y NATURAL FUSION. Interfaces E1-PRI, T1-PRI.
- SHORELINE, VERTICAL y COM2001. Interface T1-PRI.

Debido a que en nuestro país el estándar de señalización telefónica mas utilizado es el estándar R2 y el formato de transmisión utilizado es el E1, pondremos mucho énfasis en las Soluciones que soportan ambos formatos. Estas soluciones son Fusión, Natural Microsystems, WEB Switch de Ericsson y CISCO.

2. SOPORTE DE CLIENTES DE TELEFONIA IP.

Como hemos revisado en las características de las Soluciones de Telefonía IP, existen dos tipos de clientes de este Servicio, los clientes de Software y los de Hardware.

Cliente de Software. Es toda aplicación que se instala en un computador y que permita utilizar el acceso de red de la estación y sus recursos multimedia para acceder a la Red de Telefonía IP, mediante el uso de un protocolo de transmisión de voz paquetizada (H.323).

Cliente de Hardware. Es todo dispositivo físico que acceda directamente a la Red de Telefonía IP mediante el cableado de Red LAN, ya sea por tener una interfase nativa de Red (Teléfono IP) o mediante un dispositivo adaptador.

Además debe prestar todas las funciones de un teléfono estándar.

Debido a que se busca optimizar los recursos y disminuir los costos, es importante que la Solución escogida soporte el uso de estos clientes para garantizar el crecimiento en usuarios así como de el aprovechamiento de la Infraestructura física a ser Instalada (cableado estructurado). El manejo de un solo tendido de cableado para

aplicaciones de Voz y Datos es fundamental para justificar una integración inicial con la Telefonía Tradicional y una migración paulatina a una solución basada en la Telefonía IP.

De las soluciones revisadas, las que incluyen clientes de Hardware son:

- CISCO, Teléfonos IP Cisco.
- 3COM, Teléfonos IP 3Com y Teléfono Análogos con Adaptador IP.

Las que incluyen clientes de Software son:

- Ericsson, utilizando MS NetMeeting.
- FUSION, programando una aplicación.
- 3Com, utilizando su aplicación NBX IP Software.
- CISCO, utilizando su aplicación SoftPhone.

Las demás soluciones no incluyen dentro de su portafolio clientes de Telefonía IP, aunque como en el caso de Vertical Net Works, es posible que puedan soportar clientes IP de terceros ya que manejan servicios de Gateway H.323.

3. SERVICIOS ADICIONALES.

Los Servicios Adicionales que hemos determinado como más relevantes para escoger nuestra solución son:

1. Operadora Automática (Automatic Attendant).
2. Correo de Voz
3. Soporte de Mensajería Unificada

4. Manejo de Conferencias
5. Administración de la PBX IP.
6. Facilidad de Instalación y Acceso a Soporte Técnico.

Rápidamente analizaremos cada uno de estos Servicios.

Operadora Automática. .- Todas las soluciones analizadas poseen características de Operadora Automatizada con el propósito de enrutar las llamadas entrantes directamente al usuario o al servicio de correo, este servicio es configurable y permite crear varios menús de opciones para las llamadas entrantes.

Al igual que cualquier servicio que desee activarse en esta Solución, el servicio de Operadora debe ser programado utilizando el código API que proporciona el fabricante junto con el Hardware.

Cabe destacar que para el Soporte de las Operadoras manuales, Cisco y Shoreline son las únicas que ofrecen operadoras Manuales (Attendant) vía Software (Aplicación o Web <http>).

Correo de Voz.- Todas las aplicaciones poseen este Servicio, existiendo limitaciones en el número de sesiones simultaneas que pueden ser manejadas por cada solución, algunas de ellas no permiten la integración con otros servidores de correo en la misma red LAN o WAN.

No todas las Soluciones poseen el servicio de correo de voz Integrado, si no que requieren de hardware adicional (Servidor) o software adicional (Licenciamiento).

Las únicas Soluciones que poseen el Servicio de Correo de Voz integrado Completamente y que no requieren ningún elemento adicional son:

- Web Switch 2000 de Ericsson.
- NBX V3000 de 3Com (solo 4 sesiones y 30 minutos de Correo de Voz, para mayor capacidad requiere licenciamiento extra).

Las demás soluciones requieren elementos adicionales como servidores y compra de las aplicaciones de Correo de Voz y su respectivo licenciamiento.

Otro parámetro para evaluar este Servicio es la capacidad máxima de sesiones que pueden manejar cada solución, esto depende también de su capacidad para manejar ambientes distribuidos LAN y WAN. Las mejores soluciones en este caso son:

Soporte de Mensajería Unificada.-Mensajería Unificada es la capacidad de conectar la mensajería de Voz con los Sistemas de Mensajería de Datos (Correo Electrónico).

Esta característica permite a los usuarios recibir por un solo cliente de correo (Eudora, Outlook, etc.) toda su mensajería (Voz y Datos).

Todas las soluciones soportan mensajería unificada, por medio de dos servicios diferentes: IMAP4 (Internet Message Application Protocol Versión 4) y SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

Por medio de IMAP4 los mensajes de Voz son digitalizados y almacenados en el Servidor de la aplicación, si un usuario desea recibir los mensajes de voz en su cliente de correo, debe agregar un nuevo servicio de mensajes utilizando el protocolo IMAP4 y bajarlos directamente del Servidor de la Solución. Esto implica configurar dos servicios de correo en cada usuario (el de correo electrónico y el de voz por IMAP4).

Todas las Soluciones analizadas utilizan IMAP4 a excepción de la de CISCO, la cual utiliza el protocolo SMTP.

A través de SMTP el usuario obtendría su correo normal y el correo de voz a través de un solo servicio de correo, y no se debe configurar nada en los clientes.

Las ventajas del uso de SMTP, incluyen la capacidad de reenviar los mensajes de Voz no solo al cliente interno, sino a otras cuentas externas, o copiar los mensajes a diferentes cuentas.

Manejo de Conferencias. Como toda solución de PBX tradicional, el soporte para manejar simultáneamente varias sesiones de llamada es un elemento diferenciador, ya que esta característica es una herramienta muy útil en ambientes con gran cantidad de usuarios.

Luego de analizar las soluciones propuestas, vemos que todas ofrecen este servicio, ya que es elemental para toda PBX. Sin embargo una diferencia notable corresponde

al número de sesiones simultáneas que pueden manejarse así como la capacidad de armar grupos de conferencias.

De las soluciones analizadas podemos destacar por su mayor capacidad a las siguientes:

- CISCO con su PBX Call Manager soporta hasta 8 usuarios en conferencia y hasta 3 grupos de conferencias (8x3).
- 3COM con su NBX que soporta 6 usuarios en conferencia, sin especificar el grupo (6x1).
- Shoreline con su ShoreGear switch que soporta 3 usuarios simultáneos y no especifica límites en el número de grupos a ser soportados.
- COM2001 con su producto Internet PBX que maneja un esquema de Salas de conferencias (conference Room) permitiendo hasta 96 conferencias simultáneas, este servicio es ofrecido con su producto Alexis Conference, específicamente para un ambiente Internet/Internet.

Las demás soluciones soportan menos sesiones simultáneas de conferencias y menor número de grupos.

Administración de la PBX IP.- Los parámetros para valorar los servicios de Administración de la PBX IP que vamos a revisar son:

- Control de llamada

- Configuración de canales (extensiones).
- Detalle de llamadas (uso de canales de voz)

El control de llamadas permite administrar las llamadas entrantes al sistema ya sea en el usuario (extensión) o la Central (PBX), esta característica la encontramos en las soluciones repartidas entre aplicaciones GUI y características de los clientes IP.

En el caso de los sistemas híbridos el control se puede realizar a través de aplicaciones GUI que permiten tener un control del canal desde el PC (CTA) y atender la llamada desde teléfonos convencionales.

En el caso de los sistemas completos IP, esta característica se encuentra en los clientes de telefonía IP (Teléfonos y Software), considerando que nuestro proyecto busca una solución IP completa, consideraremos a este último grupo:

- 3Com y CISCO que permite desde sus teléfonos IP manejar las características de cómo la extensión maneja las llamadas entrantes, incluyendo caller ID y conferencias.

La configuración de extensiones incluye la asignación de direcciones IP, permisos, grupos de llamada, habilitación de correo de voz, acceso externo al buzón de mensajes, etc.

Las Soluciones analizadas permiten estas configuraciones de diferentes maneras, a través de Aplicaciones Propietarias (GUI), mediante acceso directo a una pantalla de líneas de comando o a través de un Browser http (Navegador http).

Las herramientas de configuración GUI y Browser permiten configurar todos los elementos de la Solución, además de las extensiones. Estas herramientas son más amigables y fáciles de usar que la línea de comandos.

Las Soluciones que soportan estas dos formas de Configuración son:

- 3Com, CISCO, Shoreline, Vertical, se configuran mediante cualquier interfase Browser http (Intranet o Internet) que accede al servidor de Administración o de PBX IP.
- Natural y Ericsson proveen de un software de Administración Propietario para la configuración de la Solución.

El detalle de llamadas mediante reportes, es una característica importante para la administración de estas soluciones, permitiendo el manejo de estadísticas y costo o facturación de llamadas.

Resultado del análisis preliminar:

Una vez revisado el cumplimiento de las características fundamentales de la solución deseada, hemos considerado a estos tres fabricantes:

- 3COM, con su solución NBX 3000.
- CISCO, con su solución Gateway y Call Manager.
- Natural Microsystems, con su solución FUSION.

Esta recomendación se basa en que estas soluciones son las que más se acercan a los requerimientos de nuestro proyecto como son:

- **Infraestructura:**

Incluye equipos que actúan como Gateways hacia la PSTN (Public Switched Telephony Network, Ej. ETAPA), soporte para teléfonos análogos y conjuntos de procesadores de señales digitales (DSP's), este conjunto de elementos pueden soportar diferentes tipos de clientes como teléfonos de hardware y software y dispositivos de video, así como proveer opciones para integrar PBX tradicionales, correo de voz y servicios de directorio. En este campo se pueden encontrar dispositivos como Gateways de voz, Switches LAN, Routers y sistemas de aplicación de voz.

- **Teléfonos IP:**

Los teléfonos IP combinan las funciones de un teléfono tradicional con una conexión Ethernet y opciones de personalización que ayuden a mejorar la productividad del usuario, adicionalmente se puede contar con un IP SoftPhone que es una aplicación basada en Windows con toda la funcionalidad de un teléfono IP.

- **Call Manager:**

Es el procesador de llamadas basado en software y extiende las características y funciones de la telefonía empresarial a los

dispositivos de telefonía IP como son los Teléfonos IP, dispositivos de procesamiento de medios, Gateways de voz sobre IP y aplicaciones multimedia.

- Software Voice:

Las aplicaciones de voz que son físicamente independientes de la infraestructura tanto de procesamiento de llamadas como en procesamiento de voz y pueden residir en cualquier lugar en la red.

- Integración de Voz, video y datos.

Resulta importante entender que no se trata de un PBX IP, sino de un sistema completo integrado en una arquitectura muy sólida que puede ofrecer muchas más ventajas que una simple PBX tradicional, esta arquitectura se denomina AVVID (Arquitectura de voz, video y datos integrados).

- Arquitectura de red.

El núcleo del sistema deberá ser lo que llamamos una arquitectura de cluster redundante en disposición de (n+1), en la que algunas máquinas sirven de backup a otras. Cada teléfono está registrado en su Call Manager y en una o dos copias de seguridad, por lo que ofrece un nivel de redundancia de hasta tres niveles (Call Manager primario, secundario e incluso terciario). Si un teléfono pierde la conectividad

con su Call Manager primario por cualquier razón, buscará automáticamente su backup para mantener el servicio.

Cabe destacar que la solución FUSION de Natural, posee estas características siempre y cuando se las programe en su ambiente propietario, por lo que requiere inversión en tiempo y recursos para obtener estos resultados. No así las soluciones de 3Com y CISCO que son prácticamente “Llave en mano”.

2.4.2 Solución recomendada.

En conclusión la solución más conveniente y que se ajusta más a lo que estamos buscando es una que esté basada en las siguientes características óptimas para Telefonía IP.

Podemos mencionar algunas de estas características:

1. Costo – Beneficio.- Los precios más convenientes considerando las características que ofrece y las posibilidades de crecimiento y aprovechamiento de la Infraestructura.
2. Escalabilidad.- La Solución básica incluye soporte para un máximo de 2,500 usuarios. De ser necesario incrementar este número, solo se requiere agregar otro servidor Call Manager.
3. Facilidad de Uso.- Tanto para la configuración, utilización de las herramientas de Sistema y aplicaciones para control y monitoreo.

4. Disponibilidad y Garantía.- La empresa que provea de esta tecnología debe poseer varios representantes en el país, incluyendo empresas líderes en el sector tecnológico y de telecomunicaciones, como por ejemplo MAINT, IBM, UNISYS, ADEXUS, UNIPLEX, entre otras, lo cual garantiza acceso a soporte especializado local y tiempos de respuesta óptimos para servicio técnico y garantías.

5. Compatibilidad con Sistemas Abiertos.- Todos los productos deben estar basados en estándares mundiales, lo cual garantiza su compatibilidad con equipos y aplicaciones de otros fabricantes que también respeten dichos estándares. Esto es muy importante sobre todo debido al auge de empresas que están desarrollando software y aplicaciones para Telefonía IP de forma independiente y basándose en estándares de mercado.

CAPITULO III

3. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE MIGRACIÓN A LA SOLUCIÓN DE TELEFONIA IP.

3.1 ESTUDIO DEL ANCHO DE BANDA

3.1.1 Ancho de banda de la red de Universidad del Azuay (Acceso Internet)

Actualmente la Universidad del Azuay posee un acceso a la red INTERNET de 1M de bajada y 1M de subida que los mantiene compartidos entre las facultades de Ciencia y Tecnología, Administración General, UDAFE, Centro de Cómputo, Filosofía, Diseño, Facultad de Medicina (Hospital del Río).

Al pensar en un esquema de telefonía Internacional a través del Internet conectándonos a un proveedor de minutos de telefonía sobre la red, necesitamos de 2 cosas fundamentales, manejar un buen ancho de banda y asignar prioridad a los datos que van dirigidos a la red de telefonía internacional.

Supongamos que vamos a realizar una llamada hacia alguna universidad en Estados Unidos por medio del esquema de voz sobre Internet, dependiendo del ancho de banda disponible, el gatekeeper va a realizar la digitalización de voz de acuerdo a algún protocolo de compresión existente, G.711, G.723, G.728, etc. y va a obtener las tramas con su dirección destino, en este caso sería el punto de acceso más cercano a la red del proveedor.

El proveedor va a determinar por medio del paquete recibido que la llamada es hacia Estados Unidos por lo que va a enrutar el paquete hacia algún nodo en ese país que se conecte a la central pública y haga la llamada. Cuando la llamada es contestada se va a iniciar la conversación, para el usuario es transparente la tecnología que se usa y como ha sido efectuada la llamada; pero, lamentablemente si no se posee un buen ancho de banda el usuario va a sentir que la comunicación se le corta, va a sentir retardos, no se escucha, va a tener que hablar más alto, etc, para que eso no suceda por lo menos debe existir un mínimo ancho de banda proporcional al algoritmo de compresión, por ejemplo si la compresión fue hecha por medio de G.729 va a existir un compresión de 8K mas las cabeceras se va a tener un paquete de aproximadamente 11k, razón por la cual debería existir en el canal de acceso al Internet, 11K limpios mientras dure la conversación. Para lograr esto, como ya se había mencionado antes, hay que asignar prioridades a los paquetes de voz, además los concentradores tendrían que mantener a los paquetes de otro servicio en su buffer, para tratar de mantener el ancho de banda requerido.

A pesar del ancho de banda manejado por la Universidad del Azuay, siempre está saturado debido a que la UDA es una de las instituciones universitarias del país que promueven el uso del Internet, es por eso que ha implementado laboratorios de computación donde los estudiantes pueden tener acceso a una computadora y navegar en el Internet, así como a los servicios adicionales como lo son, matrículas, evaluación docente, etc.

La Universidad del Azuay ya debería pensar seriamente en el aumento del ancho de banda, debido a que con esta medida va satisfacer la demanda de los usuarios, y va a

poder implementar un esquema de Telefonía Internacional, siempre y cuando decida migrar a un esquema de Telefonía IP, lo que le va a permitir ahorrar costos producidos por las llamadas internacionales a través de ETAPA.

3.1.2 Análisis de calidad de servicio en la red de la UDA.

Es importante destacar el tema de las características de Calidad de Servicio (QoS) en la infraestructura de datos de la UDA, la Calidad de Servicios es una de las características fundamentales para la tecnología de Integración de servicios de Voz, Video y Datos.

Como lo mencionamos la Calidad de Servicios es una de las características fundamentales para la tecnología de Integración de servicios de Voz, Video y Datos. Específicamente en el caso de la Voz es fundamental el QoS para garantizar la continuidad y calidad de la voz, debido a su sensibilidad al ruido y al retardo.

Sin embargo el análisis de la situación actual de la red de Datos revela que la utilización de ancho de banda en el Backbone LAN de la Universidad del Azuay está todavía dentro de los parámetros de utilización aceptables para permitir una implementación exitosa de la solución propuesta, aunque solo sea para una primera etapa de integración con el ambiente telefónico actual.

En esta etapa el consumo de ancho de banda no se incrementará en gran medida, ya que la migración de usuarios al esquema de telefonía IP deberá ser gradual. Sin embargo a futuro, se debe considerar la implementación de tecnología en la Red de Datos que permita el uso de estas características.

3.2 ANALISIS DE COSTOS ACTUALES

3.2.1 Costos actuales de la red de datos.

Dentro de los costos que se manejan para red de datos (mantenimiento, actualización, crecimiento) se pueden considerar:

Costos de operación y mantenimiento

Administrador de la red de datos \$600 USD

Operadores de la red de datos \$400 USD

Hardware de la Red de Datos

Computadora Personal Multimedia \$ 600 USD

Internet

Acceso de Internet \$3,000 USD

3.2.2 Costos actuales de la red telefónica.

Dentro de los costos que se manejan para la central telefónica (mantenimiento, actualización, crecimiento) se pueden considerar:

Mantenimiento de la central

Administrador de la red de voz \$ 200

Operador de la red de voz \$ 300

Consumo Telefónico

Llamadas internacionales (valor mensual aproximado)	\$ 1,650 USD
---	--------------

3.3 ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO DEL NUEVO DISEÑO

El desarrollo de la tecnología en estos últimos años ha buscado integrar todos sus servicios tradicionales a través de una sola infraestructura, razón por la cual hoy en día escuchamos acerca de la mensajería unificada, casilla de fax, e-mail, Voz sobre IP, etc.

Con el surgimiento del protocolo para datos TCP/IP, la explotación del INTERNET y los nuevos protocolos de transporte, la tendencia del mundo actual es invertir más en redes de datos debido a que gracias al desarrollo de esta tecnología se pueden implementar más servicios que sobre las redes de voz. Por esto actualmente las redes de datos están en capacidad de ofrecer todos los servicios que se requieren para la intercomunicación en el ámbito personal, industrial y comercial.

En el caso de nuestro proyecto, a continuación analizaremos si la infraestructura actual de Voz y Datos de la UDA están acorde con estas tendencias tecnológicas o presentan limitantes en su integración con sistemas más modernos.

La central PBX de la UDA es un equipo que difícilmente puede seguir operando con lo que se genera un costo adicional, debido a un crecimiento significativo en su

infraestructura (más teléfonos implican nueva inversión en cuanto a crecimiento de extensiones en la PBX).

La UDA en estos últimos años ha tenido un aumento en su infraestructura, debido a la creación de nuevas facultades (Medicina), institutos o la construcción de nuevos edificios de aulas y laboratorios, este crecimiento demandará la implantación de estructuras de cableado de voz y datos para cubrir la demanda en estos nuevos edificios. Cabe recalcar que dentro del campus de la Universidad no se necesita hacer ninguna actualización en equipos o infraestructura ya que posee un cableado estructurado de fibra óptica en su parte del backbone.

Esta situación promueve la opción de usar tecnología que integre ambos servicios (Voz y Datos) con la ventaja del ahorro que se obtiene al implantar un solo cableado para ambos servicios.

Descripción del Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Gateway con CallManager			
2851 Voice Bundle w/ PVD2M2-48,FL-CCME-96,SP Serv,64F/256D	1	\$ 5.274,20	\$ 5.274,20
Two-slot IP Communications Voice/Fax Network Module	1	\$ 613,64	\$ 613,64
Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	4	\$ 490,91	\$ 1.963,64
Teléfonos IP			
IP Phone 7960G, Global w/ u License	1	\$ 346,70	\$ 346,70

IP Phone 7912G, Global	20	\$ 199,43	\$ 3.988,64
7914 IP Phone Expansion Module for 7960	1	\$ 242,39	\$ 242,39
IP Phone pwr transformer Requires separate cord,CP-PWR-CORD-xx=	22	\$ 27,61	\$ 607,50
Footstand kit for 1 7914s	1	\$ 23,32	\$ 23,32
ATA188-II with 1-Port User License	6	\$ 199,43	\$ 1.196,59
VTGO-PC Lite SoftPhone License	20	\$ 70,00	\$ 1.400,00
Cyberphone: USB Handset	1	\$ 89,00	\$ 89,00
Platronics DSP-100 USB Headset	1	\$ 104,00	\$ 104,00
Gateways para puertos analógicos (48 Extensiones)			
48 Port Voice over IP analog phone gateway	1	\$ 5.151,48	\$ 5.151,48
Servicios			
Mano de obra.			\$ 2.500,00
		Precio	
		Total:	\$ 23.501,10
		IVA:	\$ 2.820,13
		TOTAL:	\$ 26321,23

Este valor es el que se deberá pagar el primer año por costo de introducción de la solución dentro de la Universidad del Azuay; para el siguiente año si se necesitará de una actualización, serían en este caso introducción de más teléfonos IP, el valor sería únicamente del precio de cada uno de los teléfonos a comprar, lo que para una actualización de líneas en la PBX involucra montaje de infraestructura o cableado.

Con ello podemos decir que la Universidad se ahorraría en cuanto a la implementación de nueva infraestructura y por ende de cableado, ya que una nueva instalación involucra mano de obra, compra de equipos nuevos, etc.

Beneficios.-

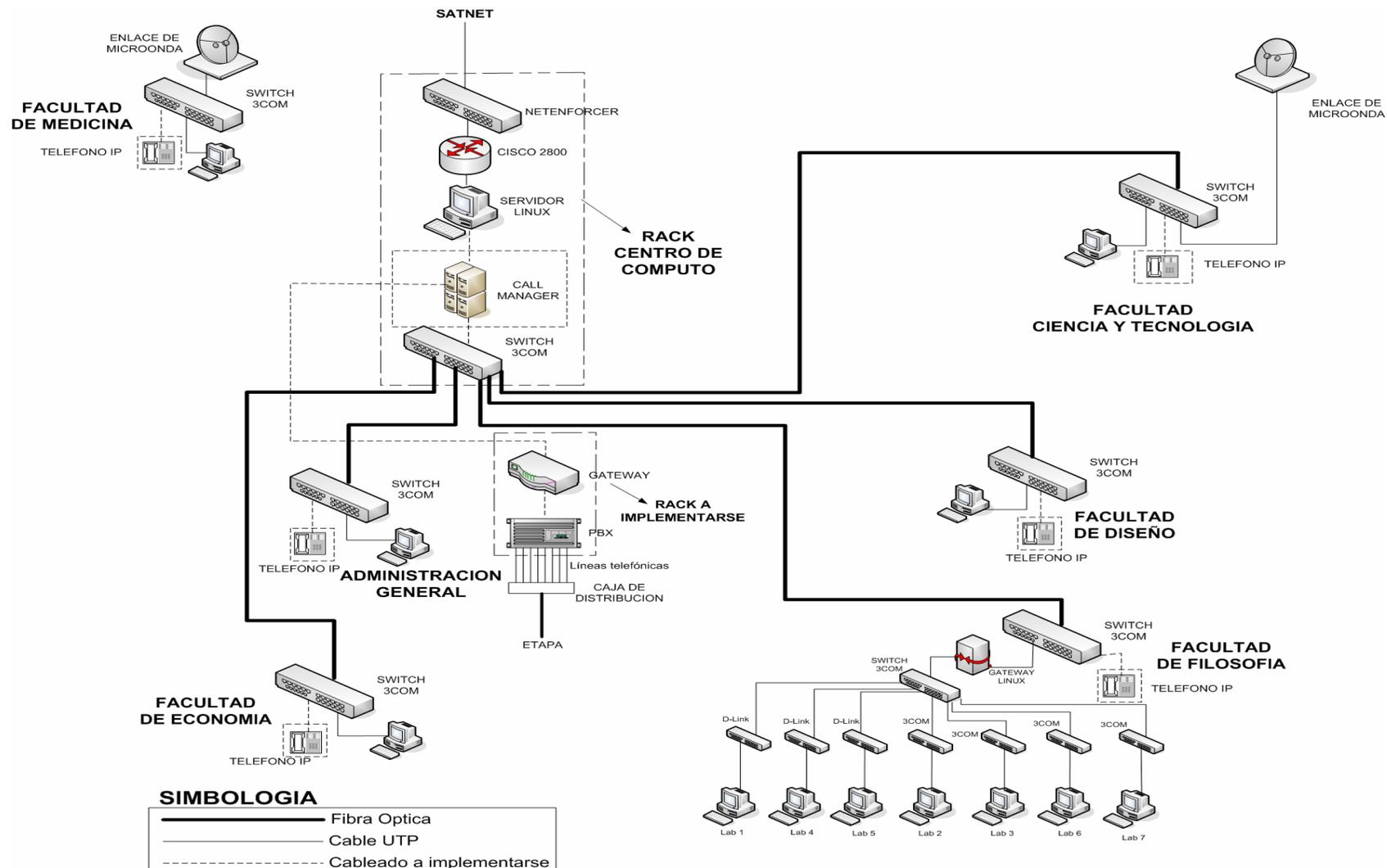
El beneficio de adoptar una solución de telefonía IP no solo se enfoca en el dinero que se podría ahorrar sino también radica en los servicios y aplicaciones que se puedan implementar sobre esta plataforma y el alcance que estos puedan tener.

La tendencia de la tecnología de Integración de Voz y Datos es hacia la disminución agresiva de los costos, y también hacia potenciar el uso de la misma para crear un nuevo modelo de economía, negocios e incluso aprendizaje en todo el mundo. Por esto debemos mencionar como beneficios para la UDA:

1. Beneficio Económico. Se basa en los ahorros por el uso de la tecnología IP, y el aprovechamiento de recursos económicos para proyectos que utilicen como plataforma la nueva infraestructura de Voz y datos, como por ejemplo, Distance Learning, Red Multiservicio para profesores, empleados y alumnos, etc.
2. Calidad. Al contar con herramientas que optimicen las labores de docencia y de desarrollo tecnológico, la Calidad del Servicio que presta la UDA se verá incrementada, logrando así superar sus objetivos académicos, sociales y monetarios, ofreciendo al país una Universidad a la altura de las mejores del mundo.

3. Imagen. La UDA como Universidad Tecnológica del país proyectará una imagen de vanguardia al ser una de las primeras en implementar una solución que sigue una de las tendencias tecnológicas más importantes, la unificación de Servicios de Voz, Video y Datos y la integración de servicios a través de una sola red de Información (Internet).

ESQUEMA DE MIGRACION HACIA VOIP PARA LA UDA



3.4 PLAN DE MIGRACIÓN AL NUEVO DISEÑO

3.4.1 Parámetros a ser considerado para el plan de migración.

En la primera parte nos enfocamos en la conectividad de la solución de Telefonía IP con el ambiente actual de Voz y Datos de la UDA, cabe destacar en este diseño que en el Switch debemos configurar 4 VLANS asociadas con Interfaces de Red IP diferentes como son para los Laboratorios de acceso a Internet, Administración General, Telefonía en la UDA y en el Hospital del Río (Facultad de Medicina), y una para la nueva red de los servicios de IP Telephony (Call Manager, uOne, etc.)

En esta fase los clientes telefónicos IP (Hardware o Software) pertenecerán a la misma Red IP que las Computadoras con las que comparten el segmento físico, y para que los paquetes de voz lleguen a la PBX IP deberán enrutarse por la interfase IP más cercana de las VLANs trunk del Switch a implementarse.

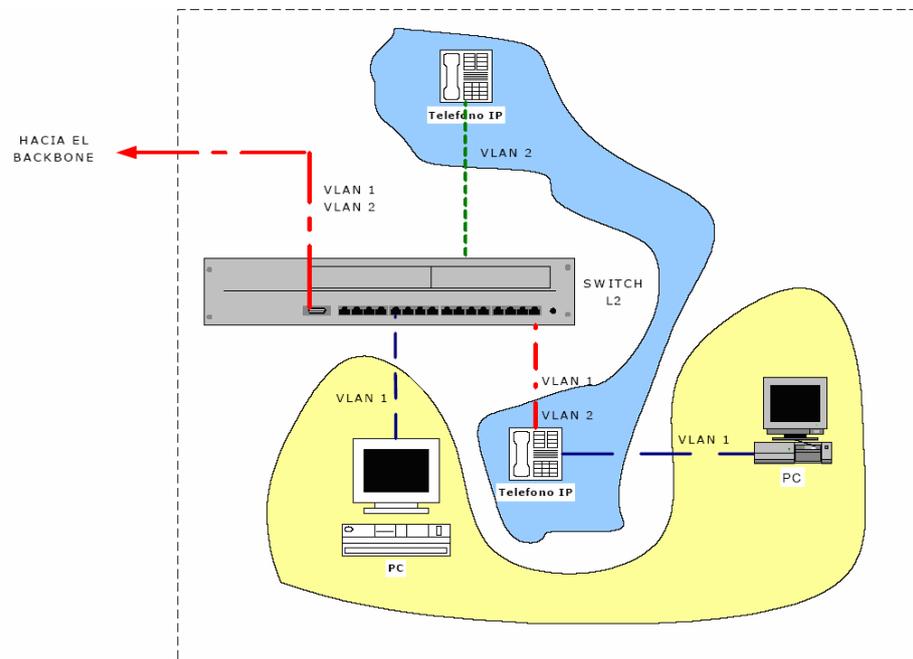
Con esto logramos la mejor administración del tráfico de paquetes de Voz mediante la creación de una VLAN global para los teléfonos IP, esta VLAN tendrá asociada una Red IP privada lo cual garantiza la separación de los tráficos de Voz y Datos, esto implica también el uso en las facultades de Switches de capa 2 o 3 que soporten el estándar de la IEEE 802.1 para VLANs.

En la segunda parte, debido al crecimiento en los posibles clientes de telefonía IP, hemos considerado conectar el gateway IP directamente a la red pública de telefonía, para disminuir la capacidad de procesamiento de la central telefónica de la UDA. Esta conexión permitirá un flujo más rápido entre los clientes IP y la Red Pública, la conexión con la PBX se mantiene para las llamadas internas, también con este

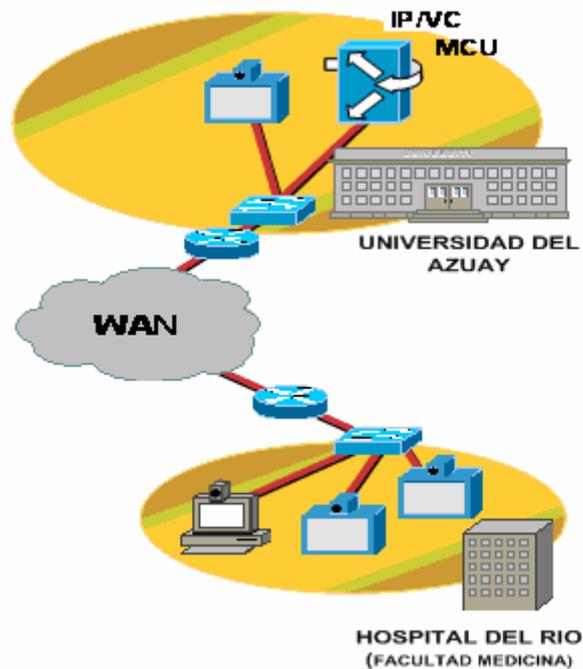
esquema se balancea la carga de las llamadas desde y hacia la red pública entre la PBX y el gateway IP.

Finalmente, en una última y aún más futura tercera etapa, casi la totalidad de usuarios trabajarán sobre la nueva infraestructura, y se mantendrá la antigua infraestructura telefónica como respaldo y manteniéndola en buenas condiciones con fines pedagógicos.

Para esta etapa se han migrado todos los enlaces al Switch Gateway IP, convirtiendo la solución IP en la nueva PBX de la Universidad del Azuay, la conexión con la central telefónica se mantendrá o podrá ser retirada una vez que no existan usuarios utilizando esta tecnología.



EJEMPLO DE COMO SE MANEJAN LAS VLANS EN EL AMBIENTE DE TELEFONIA IP SWITCHES DE CAPA 2 CONECTADOS CALL MANAGER (BACKBONE CAPA 3-4)



Área Física.

Se refiere a la disponibilidad de espacio para la ubicación de los equipos que conforman la nueva solución. Esta consideración debe incluir espacio en el Rack para el Switch a implementar, espacio para la ubicación de los Servidores Call Manager, uONE y estaciones de administración, disponibilidad de puntos en los paneles de Datos.

Plan de Mercado Interno para la nueva Infraestructura.

Este plan debe incluir:

- Formato de las nuevas extensiones IP, incluyendo número de dígitos.
- Definición de extensiones actuales a ser migradas a la Red de telefonía IP.
- Definición de grupos de llamadas, servicios y permisos de acceso.
- Configuración de la PBX para la interconexión con el Gateway IP.

- Configuración de extensiones que tendrán acceso a la Mensajería Unificada.

Direccionamiento IP

Esto incluye:

- Elección de la Red IP a ser asignada a la nueva infraestructura.
- Esquema de direccionamiento para Teléfonos IP, estaciones y Servidores.
- Enrutamiento IP para comunicación con el Backbone existente.
- Esquema de seguridades y enrutamiento IP.

Conexión con el Backbone de datos

Esto incluye:

- Disponibilidad de puertos en el switch para conectar la nueva Red de Telefonía IP.
- Calidad de Servicios
- Manejo del Ancho de Banda de la Interconexión.

Personal Técnico

Esto incluye:

- Disponibilidad de personal calificado y capacitado para la administración del ambiente de Telefonía IP.
- Entrenamiento para los usuarios de Telefonía IP.

3.4.2 Cronograma estimado del plan de migración.

Una vez diagramada la Solución Propuesta, debemos poner énfasis en el esquema de Integración con la infraestructura actual de la UDA, tanto en lo referente a la Red Telefónica como a la de Datos, considerando que en adelante ambas Redes coexistirán en un solo ambiente unificado.

Basado estas consideraciones hemos separado en 4 elementos fundamentales la Integración de los ambientes actual y futuro, estos son:

1. Integración del Gateway IP con la Central Telefónica de la UDA.

Para esta integración usaremos la tarjeta TLU-20 de la central Alcatel de la UDA, esta tarjeta soporta la conexión de 1 E1 canalizado con señalización R2. Esta tarjeta deberá ser adquirida e instalada en la central PBX. En el lado del Switch Catalyst usaremos la Interfase E1 del módulo Access Gateway.

Al conectar estas interfaces logramos tener la interconexión de 30 canales de voz entre la PBX Alcatel y el Gateway IP. Este enlace tendrá como objetivos:

- Permitir la comunicación entre las extensiones tradicionales de la PBX Alcatel y las nuevas extensiones IP ubicadas en la Red de Datos. Para esto se requerirá programación tanto en la PBX como en el PBX IP (Call Manager).
- Permitirle a los nuevos usuarios IP el acceso a las líneas de salida a la Red de ETAPA que están conectados a la PBX Alcatel de la UDA.

2. Integración del Gateway IP con la Red Telefónica Pública (ETAPA).

Esta integración se realizará en una fase posterior a la puesta en marcha del proyecto, específicamente cuando se haya alcanzado la segunda etapa del plan de migración que prevé una mayor demanda de acceso a la Red Telefónica Pública.

Esta Integración se basará en el Modulo Access Gateway del Switch la cual se conectará a la central telefónica de ETAPA

Durante la primera etapa esta interconexión se hará a través del PBX que actualmente es utilizado en la Universidad.

3. Integración del Gateway IP con el Backbone de Datos de la UDA.

Esta conexión se realizará a través de las interfaces Ethernet disponibles en los Switches del departamento que maneja el acceso al Internet y en el Switch a implementar, cabe destacar que las interfaces de este switch soportan velocidades 10/100 Mbps.

Esta conexión con un ancho de banda de 10/100 Mbps permitirá soportar la demanda de llamadas de clientes IP en el Backbone de Datos hacia el Gateway en el Cisco Call Manager. El crecimiento en la demanda de transferencia de datos y de clientes de Voz sobre IP debe ser monitoreado para considerar una futura actualización del Backbone que actualmente maneja 100 Mbps de ancho de banda (lo que consideramos la segunda etapa).

En nuestro esquema propuesto para la primera etapa indicamos que debemos tener una conexión entre el Switch Gateway y cada uno de los Switches a colocarse a través de un enlace Ethernet, cada una de esas conexiones implica la configuración de una VLAN IP en dicho Switch. Esto tiene por objeto el lograr un acceso más rápido hacia la Red de Telefonía IP en donde se encuentran los servidores Call Manager y uOne, con esto optimizamos el tráfico TCP/IP de los paquetes de VoIP.

4. Integración de los Servicios de Telefonía IP con la Red de Datos.

Esta integración se logra utilizando los segmentos de Red disponibles en el Switch, todos los nuevos puntos de Servidores Call Manager, uONE y estaciones de consolas y monitoreo se conectarán a este switch.

En lo posible se debe canalizar los nuevos nodos de la Red (nuevas facultades y edificios) hacia un Switch, ya que estos nodos incluirán solo puntos de Datos y Voz sobre IP. La segunda etapa de la migración contemplaría el reemplazo de los equipos actuales por otros equipos que soporten Calidad de Servicio y ruteo IP.

Los siguientes pasos de configuración son requeridos para la parte de la PBX de nuestro modelo:

- 1.** Habilitar un puerto E1 del Gateway, el Gateway debe estar ubicado en el mismo rack en donde se encuentra la PBX.
- 2.** Cablear la conexión entre los dos equipos y probar la conectividad.
- 3.** Crear 4 nuevas VLANs IP en el Switch, una para la red PBX IP y tres para conectarse con los switches.
- 4.** Configurar en cada switch rutas estáticas hacia el Gateway IP.

- 5.** Configurar en el Call Manager las extensiones IP que serán utilizadas, incluyendo operadoras y los primeros usuarios IP.
- 6.** Configurar los clientes IP (teléfonos IP o Software SoftPhone)
- 7.** Configurar el Call Manager para enrutar las llamadas de salida de los clientes IP por la troncal de la PBX.
- 8.** Configurar el Gateway para que pueda conmutar llamadas desde y hacia la PBX.

Para la migración de usuarios.

- 1.** Determinar que usuarios serán migrados del ambiente telefónico tradicional a cliente de telefonía IP, estos mantendrán su número actual de extensión.
- 2.** Modificar rutas de las troncales del PBX para enrutar llamadas de los usuarios tradicionales a la red IP a través del Gateway.
- 3.** Agregar grupos troncales en el Switch para enrutar llamadas de salida a la PBX.
- 4.** Agregar los mismos números telefónicos de los usuarios migrados en el Servidor Call Manager.
- 5.** Configurar a los usuarios migrados sus teléfonos IP o software cliente, apuntando como Default Gateway para cada Red la interfase IP del Switch más cercano.
- 6.** Configurar el Gateway para que enrute el tráfico de voz con la Red Pública (PSTN).

CAPITULO IV

4. ESTUDIO DE APLICACIONES ADICIONALES PARA LA NUEVA INFRAESTRUCTURA

Aplicaciones de VoIP

VoIP proporcionaría a los usuarios de una misma empresa, comunicaciones gratuitas entre ellas, con el ahorro de costes que esto supondría. No solo entre sus delegaciones, sino entre proveedores, intermediarios y vendedores finales, las comunicaciones se podrían realizar de forma completamente gratuita. Además, la red de comunicaciones de la empresa se vería enormemente simplificada, ya que no habría que cablear por duplicado la red, debido a que se aprovecharía la red de datos para voz.

Entre las aplicaciones para las que esta tecnología que supondrán una gran cantidad de ventajas podemos citar:

Centros de llamadas por el Web:

Partiendo de una tienda que ofrece sus productos on-line, los visitantes de la Web no solo tendrán acceso a la información que la Web les proporciona, sino que además podrían establecer comunicación directa con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión. Esta cualidad reduciría el enorme temor del usuario a hacer sus compras por Internet por primera vez. Al establecer una conversación directa, le da una confianza que a la postre supondrá una mejora en su relación con el e-commerce.

Multiconferencia:

Con los datos de ancho de banda requeridos actualmente (de 8 a 16kbps por llamada), se podrían establecer de 15 a 30 comunicaciones simultaneas con una línea ADSL estándar, que podría satisfacer sobradamente los requerimientos de una mediana empresa.

Posibilidad de usar Push to Talk:

De esta forma, con el simple hecho de pulsar un botón se establece comunicación directa con la persona que lo ha requerido.

4.1 APLICACIONES POSIBLES SOBRE TELEFONIA IP:

4.1.1 Toll Bypass – Voice.

Toll Bypass Voice es la manera de usar una estructura de redes de voz sin utilizar la infraestructura de la central telefónica pública local, mediante redes de datos o sobre Internet.

Las ventajas de utilizar este esquema de integración voz sobre datos ofrecen resultados convenientes debido a que principalmente ofrece una reducción al costo mensual por servicio telefónico.

Existen diferentes formas de integrarse a este servicio, el mas sencillo y usado por la mayoría es acceder a través un browser a través de operadoras que tienen integrado este servicio a la Web (Net2phone, Dialpad, etc.); otra forma es acceder a estos servicios, llamando a un número telefónico que esta configurado para hacer la

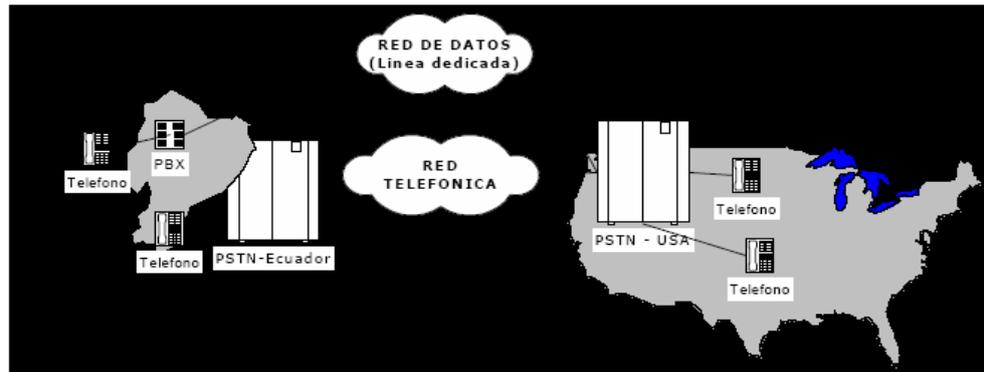
conexión mediante un gateway a la red de telefonía sobre Internet. En esta aplicación a cada usuario se le puede asignar una cuenta y un número de identificación (PIN). El usuario marca un número local o 1800-ITSP (Internet Telephony Service Provider) y se conecta a un punto local de VoIP. Al marcar el usuario escucha una grabación (a este servicio se lo conoce como IVR - Integrated Voice Response), que le pide que ingrese su número de PIN, luego de esto hay una autenticación, y se escucha un segundo tono, donde el usuario ya puede marcar el número deseado. El usuario marca el número de destino (E.164), el cual el gatekeeper de acuerdo a una tabla de ruteo y de acuerdo al número marcado rutea el número al gatekeeper de la zona deseada.

Este servicio lo ofrecen operadoras de redes que tienen distribuidos sus puntos de presencia sobre todo el mundo a través de socios como son ITXC, Internet Basic, etc.

El gatekeeper seleccionado selecciona un gateway para terminar la llamada. Esto completa el camino de la llamada y se establece la comunicación. El gateway local codifica la llamada, la encapsula en paquetes RTP (Real Time Protocol) y lo rutea a través de la red WAN hacia el gateway remoto, el cual decodifica la voz y la entrega al receptor.

Toll bypass voice no solo es acceder a una red de telefonía sobre Internet, también es comunicarnos sobre los enlaces dedicados que se tienen con diferentes sucursales de una empresa u organización. Fácilmente se podría tener una comunicación de voz entre diferentes puntos y lugares a través de los enlaces de datos que se tienen, sin utilizar los servicios de una central telefónica pública.

Se podría traer líneas de diferentes partes del mundo a través de un enlace dedicado y llamar utilizando solo la central pública local, sin pagar un costo adicional por llamada internacional; por ejemplo de Ecuador a Estados Unidos y pagar la llamada local en los Estados Unidos o viceversa.



Aplicación en la Universidad del Azuay.-

La Universidad del Azuay al poseer un esquema de telefonía IP en sus instalaciones puede sacar beneficios al implementar esta solución, considerando su acceso al Internet, se puede llamar a cualquier parte del mundo a través de algún ITSP (Internet Telephony Service Provider).

Las llamadas dentro de la UDA no necesariamente pueden ser de teléfono a teléfono sino también pueden ser de teléfono a PC o PC a teléfono, esto va a depender de la solución que se implemente.

Para comunicarnos con el exterior a través de Internet necesariamente tendríamos que configurar las rutas IP, resultado de la conversión de voz a datos, hacia algún POP (Point of Presence) del proveedor de minutos. Este nos debería asignar una cuenta y mensualmente mandaría el consumo, que con relación a ETAPA va a representar una buena disminución.

Para poder obtener una buena calidad de voz sobre datos es necesario un buen ancho de banda, en la UDA no se tendría problema por su backbone, pero para tener una comunicación de alta calidad con algún país específico (Proveedor de minutos sobre Internet), se necesita aumentar el ancho de banda de INTERNET, porque pueden existir cuellos de botella en la red y eso puede afectar la calidad introduciendo micro cortes y retardos en la conversación.

Los números llamados van a ser convertidos en direcciones IP y de acuerdo a una tabla de ruteo van a ser dirigidos al teléfono que le corresponde, la llamada se puede contestar a través de una computadora por medio de software propietario compatible con la solución de telefonía IP implementada, por medio de algún cliente H.323 (Netmeeting, etc), un teléfono analógico o IP.

4.1.2 Toll Bypass – Fax.

Toll Bypass-Fax es una aplicación similar a toll bypass voice con la excepción de que se van a mandar mensajes de fax sobre la red de datos, aquí no es muy importante el ancho de banda debido a que la transmisión no es en tiempo real, además se consume menos ancho de banda que en una transmisión de voz.

Existen en el mercado diferentes proveedores de este servicio a través de Internet que te ofrecen un número de fax en el país que desees y te mandan la transmisión a tu correo, de la misma forma tu puedes enviar un mensaje de fax usando el servicio de fax sobre Internet, es el mismo sistema que toll bypass voice, llamas pones tu número de pin y el número destino, el número llamado contesta y recibe la comunicación. Otro sistema es alguno de los proveedores te ponga una línea en el

país que necesites y que cuando se reciba el fax, este directamente se enrute y mediante un gateway instalado en tu oficina, el mensaje se reciba por tu máquina de fax, para poder realizar todos estos servicios se necesita de una conexión hacia el Internet.

Este servicio lo ofrecen operadoras IFSP (Internet Fax Service Provider), como FAXiNET, Fax2Call, Faxnet, Faxline, etc. (la diferencia entre cada uno de ellos es su área de cobertura).

Aplicación en la Universidad del Azuay.-

La UDA puede optar integrarse a este esquema de tecnología, al tener la salida IP por medio del Gateway IP que une la red de voz con la de datos, puede conectar una máquina de fax a cualquier punto de la red telefónica interna y enviar el mensaje a Estados Unidos, Bélgica, Chile, etc., el país que se desea a través de un IFSP (Internet Fax Service Provider).

Un usuario que quisiera enviar un mensaje a través de un fax marcaría el código para salida internacional, la clave del usuario y el número deseado, el gateway convertiría los datos a IP y mediante una tabla de ruteo ya configurada, enviaría el paquete al POP (Point o Presence) del IFSP correspondiente, donde este se encargaría de llevarlo a través de su red al destino final, esto va a representar una disminución en los costos de telefonía local e internacional.

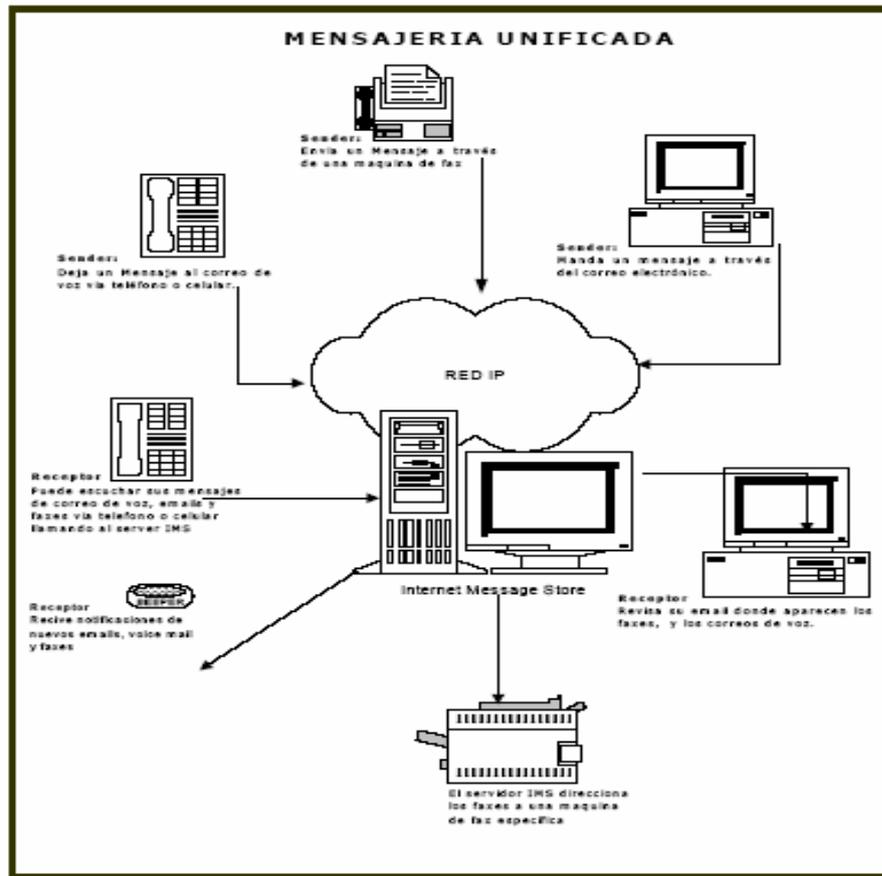
En el caso que el número haya estado ocupado, se puede activar un servicio en el cual un servidor contesta la llamada y recibe el mensaje y una vez que haya sido

recibido lo envía al correo electrónico configurado. De la misma forma se podría configurar número de faxes virtuales en el cual un servidor contestaría las llamadas, digitalizaría y enviaría el mensaje por medio de correo electrónico a una casilla ya preestablecida, de esta forma ya no se dispondría de un solo fax sino de un servicio de fax personalizado para varios usuarios. Al poseer este servicio se eliminaría la necesidad de adquirir máquinas de fax.

4.1.3 Mensajería Unificada

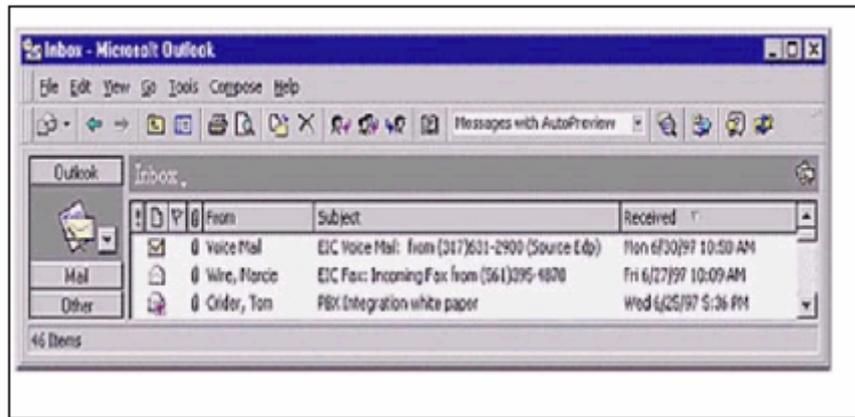
La Mensajería Unificada es la manera de manejar mensajes de voz, fax y mensajes de textos como objetos en una sola casilla de correo a la cual el usuario puede acceder como un cliente regular de un email o mediante teléfono.

El usuario puede reproducir sus mensajes a través de la PC (se asume que la PC tiene capacidades multimedia). Las imágenes de los Faxes pueden ser guardadas o impresas.



Un usuario puede acceder a la casilla de correo por medio del teléfono. En este caso los mensajes de texto pueden ser convertidos en archivos de audio y reproducidos.

Si el usuario no se encuentra en su oficina de todas formas va a poder saber si es que tiene un mensaje nuevo, sea este de voz, fax, o email, gracias a que en esta esquema de integración también se considera un servicio para notificar la llegada de un mensaje mediante el sistema de paging, en otras palabras en el beeper del usuario va a aparecer un mensaje de correo nuevo.



La mensajería unificada es conveniente para usuarios que casi nunca están en su oficina y de esta manera ellos podrían consultar sus mensajes.

Aplicación en la Universidad del Azuay.-

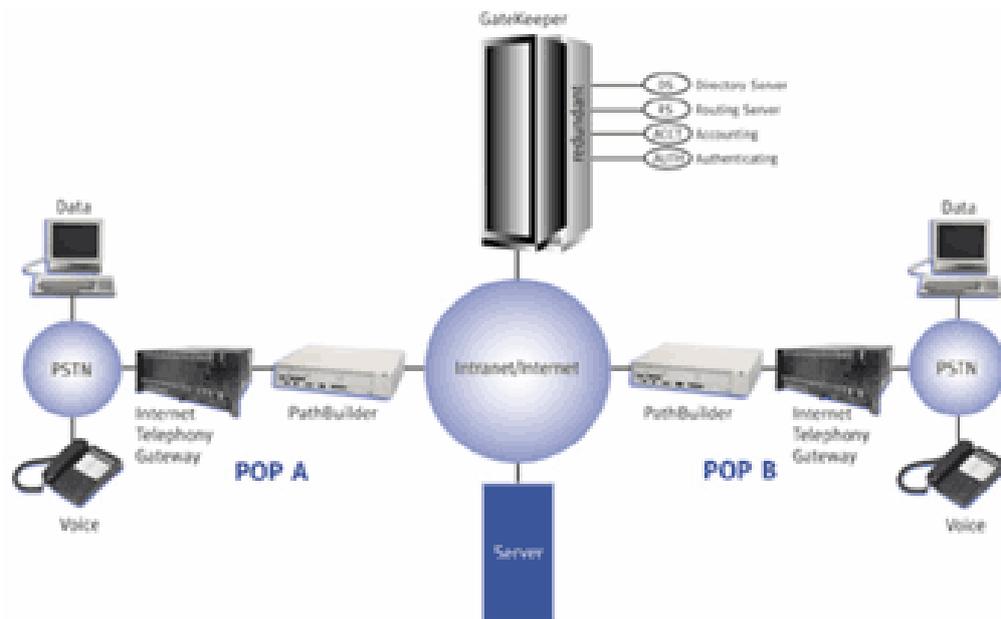
Actualmente en la UDA, el único esquema de mensajería que se maneja es el correo electrónico, pero se podría integrar el correo de voz y los mensajes de fax en un solo buzón, mensajería unificada.

Para poder integrar el correo de voz de la solución de telefonía IP para la UDA, se tendría que configurar en la central telefónica, que después de timbrar 4 o 5 veces no se conteste, enrutar la llamada hacia el gateway IP, este debe censar la llamada, digitalizarla y enrutarla hacia una contestadora automática. Una vez que se ha grabado el mensaje, este es enviado al servidor de correo, al recibir la el mensaje nuevo, envía una notificación por medio de un sistema de paging al usuario de la cuenta advirtiéndole que tiene un mensaje nuevo. (Esta llamada la va hacer el servidor de correo y la llamada va a pasar a través del gateway IP).

El usuario va a recibir el mensaje y va a saber que información le llegó y quien se la envió, y si quisiera mas detalle el puede, desde el lugar que se encuentre, hacer una

llamada a un número específico en la UDA (le va a contestar el gateway IP, debido a que este hace la conversión de voz a datos). Al contestar la llamada el servidor va a pedir que se ingrese la clave de usuario, una vez que se ha ingresado el número correspondiente, el servidor verifica y cuando lo valida, le permite escuchar tanto sus correo de voz como su email y sus mensajes de fax (los mensajes de texto son convertidos en audio), esto puede ser muy importante porque muchas veces una persona no está en la oficina para atender y puede ser un mensaje importante. Gracias a este sistema de paging se puede estar enterado de la información que llega.

Si la UDA implementa la aplicación toll bypass fax, fácilmente se la podría integrar junto con el email y el correo de voz en una sola casilla de correo.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES.

Al término de este proyecto podemos emitir las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Podemos resumir diciendo que VoIP es una tecnología que tiene todos los elementos para su rápido desarrollo. Como muestra podemos ver que compañías como Alegro PSC (Quito), Petrobrás (Quito), Universidad San Francisco (Quito), ETAPA Telecom (Cuenca), la han incorporado a su catálogo de productos, los teléfonos IP están ya disponibles y los principales operadores mundiales están promoviendo activamente el servicio IP a las empresas, ofreciendo calidad de voz a través del mismo, teniendo ya un estándar que nos garantiza interoperabilidad entre los distintos fabricantes.

Para las soluciones de redes privadas en las que se requiere tener beneficios en el costo de la red para el transporte de tráfico de voz y datos sobre enlaces de 64 Kbps., la tecnología de voz sobre IP es la alternativa viable de solución ya que ofrece compresión de voz a 16 ó 8 Kbps. (16 Kbps. representa muy buena calidad y 8 Kbps. representa aceptable calidad) que permitirá explotar el ancho de banda para el transporte de voz y datos. Además, con la supresión de silencios, la voz sobre IP ofrece aprovechar más el ancho de banda al eliminar todos los paquetes vacíos originados durante una llamada telefónica.

Una infraestructura de red basada en IP puede entregar un fundamento sobre el cual se pueden operar aplicaciones que les permitan a los empleados trabajar en forma más inteligente. Las aplicaciones de Comunicaciones IP, que incluyen telefonía IP,

mensajería unificada, aplicaciones inalámbricas, aplicaciones para centros de contacto, al igual que video, son habilitadas mediante arquitecturas convergentes de red que entregan servicios sobre una red única.

La UDA debido a que posee un sistema de red de fibra óptica no necesita ejecutar un plan de nueva infraestructura o de expansión ya que sus nodos de red en fibra hacen que el sistema sea autosuficiente para desarrollar inclusive futuras instalaciones o ampliaciones.

En cuanto a lo que en telefonía respecta, la UDA debe hacer ya una migración hacia una PBX Digital, para poder suplir la demanda que mantiene en la central telefónica.

Por cuanto esta implementación logrará una mayor rapidez y eficiencia en cuanto a las llamadas que se enluten hacia o fuera de la central telefónica y la futura implementación de Voz sobre IP dentro de la Universidad.

GLOSARIO DE ACRONIMOS Y TERMINOS VoIP

Acrónimos

ATM Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona)

CCITT Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía)

CPE Customer Premises Equipment (Equipo en Instalaciones de Cliente)

CTI Computer Telephony Integration (Integración Ordenador- Telefonía)

DiffServ Differentiated Services Internet QoS model (modelo de Calidad de Servicio en Internet basado en Servicios Diferenciados)

DNS Domain Name System (Sistema de Nombres de Dominio)

E.164 Recomendación de la ITU-T para la numeración telefónica internacional, especialmente para ISDN, BISDN y SMDS.

ENUM Telephone Number Mapping (Integración de Números de Teléfono en DNS)

FDM Frequency Division Multiplexing (Multiplexado por División de Frecuencia)

FoIP Fax over IP (Fax sobre IP)

H.323 Estándar de la ITU-T para voz y videoconferencia interactiva en tiempo real en redes de área local, LAN, e Internet.

IETF Internet Engineering Task Force (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet)

IGMP Internet Group Management Protocol (Protocolo de Gestión de Grupos en Internet)

IN Intelligent Network (Red Inteligente)

IntServ Integrated Services Internet QoS model (modelo de Calidad de Servicio en Servicios Integrados de Internet)

IP Internet Protocol (Protocolo Internet)

IP Multicast Extensión del Protocolo Internet para dar soporte a comunicaciones multidifusión

IPBX Internet Protocol Private Branch Exchange (Centralita Privada basada en IP)

IPSec IP Security (Protocolo de Seguridad IP)

ISDN Integrated Services Data Network (Red Digital de Servicios Integrados, RDSI)

ISP Internet Service Provider (Proveedor de Servicios Internet, PSI)

ITSP Internet Telephony Service Provider (Proveedor de Servicios de Telefonía Internet, PSTI)

ITU-T International Telecommunications Union - Telecommunications (Unión Internacional de Telecomunicaciones)

LDP Label Distribution Protocol (Protocolo de Distribución de Etiquetas)

LSR Label Switching Router (Encaminador de Conmutación de Etiquetas)

MBONE Multicast Backbone (Red Troncal de Multidifusión)

MCU Multipoint Control Unit (Unidad de Control Multipunto)

MEGACO Media Gateway Control (Control de Pasarela de Medios)

MGCP Media Gateway Control Protocol (Protocolo de Control de Pasarela de Medios)

MOS Mean Opinion Score (Nota Media de Resultado de Opinión)

MPLS Multiprotocol Label Switching (Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo)

OLR Overall Loudness Rating (Índice de Sonoridad Global)

PBX Private Branch Exchange (Centralita Telefónica Privada)

PHB Per Hop Behaviour (Comportamiento por Salto)

Pop Point of Presence (Punto de Presencia)

POTS Plain Old Telephone Service (Servicio Telefónico Tradicional)

PPP Point to Point Protocol (Protocolo Punto a Punto)

PSTN Public Switched Telephone Network (Red de Telefonía Conmutada Pública)

QoS Quality of Service (Calidad de Servicio)

RAS Registration, Authentication and Status (Registro, Autenticación y Estado)

RSVP Reservation Protocol (Protocolo de Reserva)

RTCP Real Time Control Protocol (Protocolo de Control de Tiempo Real)

RTP Real Time Protocol (Protocolo de Tiempo Real)

SAP Session Annunciation Protocol (Protocolo de Anuncio de Sesión)

SCN Switched Circuit Network (Red de Circuitos Conmutados)

SDP Session Description Protocol (Protocolo de Descripción de Sesión)

SIP Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesión)

SLA Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio)

SS7 Signalling System Number 7 (Sistemas de Señales número 7)

STMR Side Tone Masking Rating (Índice de Enmascaramiento para el Efecto Local)

TCP Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión)

TDM Time Division Multiplexing (Multiplexado por División de Tiempo)

TIPHON Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks

(Armonización de Protocolos de Redes de Telecomunicación e Internet)

UDP User Datagram Protocol (Protocolo de Datagramas de Usuario)

UMTS Universal Mobile Telephone System (Sistema Universal de
Telecomunicaciones Móviles)

VLAN Virtual Local Area Network (Red de Área Local Virtual)

VPN Virtual Private Network (Red Privada Virtual)

xDSL Cualquiera de las tecnologías de Líneas de Suscripción Digital (por ejemplo, ADSL)

Términos

Circuit switching (conmutación de circuitos). Técnica de comunicación en la que se establece un canal (o circuito dedicado) durante toda la duración de la comunicación.

La red de conmutación

De circuitos más ubicua es la red telefónica, que asigna recursos de comunicaciones (sean segmentos de cable, «ranuras» de tiempo o frecuencias) dedicados para cada llamada telefónica.

Codec (codec). Algoritmo software usado para comprimir/ descomprimir señales de voz o audio. Se caracterizan por varios parámetros como la cantidad de bits, el tamaño de la trama (frame), los retardos de proceso, etc. Algunos ejemplos de codecs típicos son G.711, G.723.1, G.729 o G.726.

Extranet (extranet). Red que permite a una empresa compartir información contenida en su Intranet con otras empresas y con sus clientes. Las extranets transmiten información a través de Internet y por ello incorporan mecanismos de seguridad para proteger los datos.

Gatekeeper (portero). Entidad de red H.323 que proporciona traducción de direcciones y controla el acceso a la red de los terminales, pasarelas y MCUs H.323. Puede proporcionar otros servicios como la localización de pasarelas.

Gateway (pasarela). Dispositivo empleado para conectar redes que usan diferentes protocolos de comunicación de forma que la información puede pasar de una a otra. En VoIP existen dos tipos

Principales de pasarelas: la Pasarela de Medios (Media Gateways), para la conversión de datos (voz), y la Pasarela de Señalización (Signalling Gateway), para convertir información de señalización.

Impairments (defectos). Efectos que degradan la calidad de la voz cuando se transmite a través de una red. Los defectos típicos los causan el ruido, el retardo el eco o la pérdida de paquetes.

Intranet (intranet). Red propia de una organización, diseñada y desarrollada siguiendo los protocolos propios de Internet, en particular el protocolo TCP/IP. Puede tratarse de una red aislada, es decir no conectada a Internet.

IP Telephony (Telefonía Internet). Ver «Voice over IP»

Jitter (variación de retardo). Es un término que se refiere al nivel de variación de retardo que introduce una red. Una red con variación 0 tarda exactamente lo mismo en

transferir cada paquete de información, mientras que una red con variación de retardo alta tarda mucho más tiempo en entregar algunos paquetes que en entregar otros. La variación de retardo es importante cuando se envía audio o video, que deben llegar a intervalos regulares si se quieren evitar desajustes o sonidos ininteligibles.

Packet switching (conmutación de paquetes). Técnica de conmutación en la cual los mensajes se dividen en paquetes antes de su envío. A continuación, cada paquete se transmite de forma individual y puede incluso seguir rutas diferentes hasta su destino. Una vez que los paquetes llegan a éste se agrupan para reconstruir el mensaje original.

Router (encaminador, enrutador). Dispositivo que distribuye tráfico entre redes. La decisión sobre a donde enviar los datos se realiza en base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento. Es el nodo básico de una red IP.

Softswitch (conmutación por software). Programa que realiza las funciones de un conmutador telefónico y sustituye a éste al emular muchas de sus funciones de dirigir el tráfico de voz, pero además añade la flexibilidad y las prestaciones propias del tráfico de paquetes.

VoIP, Voice over IP (Voz sobre IP). Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP/IP, tales como Internet.

Bibliografía

- www.ieee.com
- www.ieee.org
- www.cisco.com
- www.3com.com
- www.idg.es
- www.comsoc.org
- www.pcworld.com
- www.pcmagazine.com
- ASATANI Koichi, LOCKHART Clayton M., UEDA Hiromy: Voice over IP and Quality of Service (IEEE Communications Magazine); Vol. 42 No. 7; Julio 2004.
- MASSE K., KOBAYASHI H.: An efficient end-to-end measurement-based admission control for VoIP Networks; ICC 2004; 2004.
- IÑIGO S., MORENO S., MORENO J. I. y VINYES J.: Introducción a la telefonía IP; Universidad Politécnica de Madrid, Febrero 2000.
- NILSSON M.: Normas de acceso de radio de tercera generación (Ericsson Review); Vol. 76; 1999.