



**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC  
IMPLEMENTACION DE VOZ SOBRE IP  
TELEFONIA VOZ SOBRE IP**

**DIEGO ALEXANDER MONTAÑA GARCÍA  
Código 46021049**

**Trabajo de Grado presentado al programa de Electrónica y Telecomunicaciones  
como requisito parcial para optar al título de  
TECNOLOGO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**FACULTAD DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, D.C.  
JULIO 9 DE 2007**

## IMPLEMENTACION DE VOZ SOBRE IP

Todo el trabajo descrito en este documento es de la autoría de los abajo firmantes y fue realizado, excepto donde se han hecho referencias al trabajo de otros.

---

Diego Alexander Montaña García

Certificado de aprobación 17 de julio de 2007

Los abajo firmantes certifican haber leído este trabajo de grado y que, en nuestra opinión, es totalmente adecuado, es calidad y nivel de profundidad, para optar el título de tecnólogo en electrónica y telecomunicaciones.

---

---

---

---

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	08
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ENESIMA LTDA	09
1.1. Metodología.	09
1.2. Tecnología.	09
1.3. Resultados.	10
2. PLANTEAMIENTOS	10
2.1. Condición actual.	11
2.2. Condición propuesta.	11
2.2.1. Información técnica cisco 2801.	13
2.3. Justificación.	15
2.3.1. Reducir sus costos operacionales.	15
2.3.2. Incremento de ventas.	16
2.3.3. Seguimiento de clientes.	18
2.3.4. Administrar su conocimiento.	20
2.3.5. Migración a telefonía IP.	21
3. OBJETIVOS	23
3.1. Generales.	23
3.2. Específicos.	23
3.3. Generalidades.	24
3.3.1. Que es VoIP?	24
3.3.2. Como funciona VoIP?	25
3.3.2.1. Interacción del protocolo H.323 con VoIP.	26
3.3.2.2. Protocolo De Transporte En Tiempo Real RTP.	28
3.3.2.3. Compresión de voz.	29
3.3.2.4. Señalización.	30
3.3.2.5. Direccionamiento.	31
3.3.2.6. Enrutamiento.	31
3.3.2.7. Consumo de ancho de banda.	32
3.3.2.8. IP Vs. Telefonía convencional.	32
3.4. Aspectos de VoIP.	33
3.4.1. Calidad de servicio (QOS).	33
3.4.1.1. Retardo.	34
3.4.1.2. Pérdida de paquetes.	39

3.4.2.	Seguridad.	39
3.4.3.	Hardware.	42
3.4.4.	Escenarios de la voz IP en servicios de telefonía.	43
3.4.4.1.	Llamadas teléfono a teléfono.	43
3.4.4.2.	Llamadas PC a teléfono o viceversa.	44
3.4.4.3.	Llamadas PC a PC.	44
3.4.5.	Actores de la Telefonía IP.	44
3.4.6.	Operadores.	45
3.4.7.	Ventajas.	45
3.4.8.	Desventajas.	46
4.	METODOLOGÍA GENERAL	47
4.1.	Análisis de la solución.	47
4.2.	Cálculos erlang Bogotá.	48
4.3.	Cálculos erlang Cali.	49
4.4.	Cálculos erlang Barranquilla.	50
4.5.	Comparativos y retorno de la inversión.	51
4.5.1.	Tabla de presupuesto.	51
4.6.	Retorno de la inversión.	52
5.	PLAN DE TRABAJO	54
5.1.	Funcionamiento del sistema.	54
5.2.	Interconexiones.	54
6.	CRONOGRAMA	55
6.1.	Plan de actividades.	55
	RESUMEN	56
	FUENTES	57

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura		Pág.
1.	Topología actual telefonía tradicional	11
2.	Flujo de circuito de voz comprimido	25
3.	Sistema análogo de voz	25
4.	Flujo de circuito utilizando PBX	26
5.	Sistema de compresión de voz	29
6.	Retardos fijos ó variables	35
7.	Retardos por paquetización	37
8.	Modelos hardware	42
9.	Topología propuesta para VoIP	47



## LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág.
1.	Establecimiento de llamada y control	28
2.	Modelo de referencia OSI y estándar h.323	31
3.	Limites de retardo	35
4.	Retardo por codificación	36
5.	Retardo de paquetes más comunes	37
6.	Demora de señalización en diferentes tamaños de tramas	38
7.	Densidad de tráfico medido en Bogotá	48
8.	Densidad de tráfico medido en Cali	49
9.	Densidad de tráfico medido en Barranquilla	50
10.	Cuadro comparativo de costos	51
11.	Tabla de presupuesto	51
12.	Cuadro de retorno de la inversión	50
13.	Tabla de cronograma	54



## INTRODUCCIÓN

### Voz sobre IP (VoIP)

Las comunicaciones en las últimas décadas se han desarrollado con nuevas tecnologías como lo son los teléfonos digitales, centrales telefónicas como PBX, celulares y por supuesto la red Internet, todo este proceso ha venido trabajando de la mano con la comercialización de estos servicios dando como resultado una exigencia por parte del consumidor en cuanto a calidad y economía de servicios de comunicación es por esto último que las empresas están invirtiendo en equipos y software para dejar así de lado la comunicación tradicional a través de la red telefónica pública conmutada (PSTN), y poder tener un ahorro significativo en dinero en las comunicaciones de cada una de las empresas obviamente con calidad de servicio excelente.

Hoy en día podemos ver una gran revolución en comunicaciones: todos nosotros usamos computadores e Internet en el trabajo y en el tiempo libre para comunicarnos con otras personas usando aplicaciones como NetMeeting o teléfono IP (Internet Phone), el cual particularmente comenzó a difundir en el mundo la idea que en el futuro se podría utilizar una comunicación en tiempo real por medio del PC: VoIP (Voice Over Internet Protocol). Después de haber constatado que desde un computador con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, con esto empezamos a pensar que la telefonía en IP es algo más serio, pues la calidad de voz que se obtiene a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en una empresa se dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también se podría pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Esta opción de comunicación es ideal para aquellas empresas con sucursales en distintos lugares.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ENESIMA LTDA

La compañía Enésima Ltda. Es una empresa dedicada al desarrollo y consultoría de soluciones de software, y se encuentra en el mercado por más de 15 años, prestando servicios con alta especialización en la plataforma Java, construyen los sistemas de negocios de sus clientes basándose en arquitecturas y tecnologías probadas y en producción, y utilizando metodologías y componentes que aseguran un producto acorde a sus necesidades, desarrollado en los tiempos establecidos. Integran sus sistemas entre sí o con sistemas externos, utilizando tecnologías diversas, como bases de datos, Web-services, Web-sites, TFP, e-mail, hosts, teléfonos celulares, etc., para mejorar sus procesos internos, extender el alcance de sus clientes, o buscar nuevas oportunidades de negocios. Resolviendo sus problemas de administración de identidades: autenticación centralizada, single-sign-on, integración de directorios en aplicaciones existentes, etc. la compañía está basada en recursos humanos multilingües y profesionalmente calificados que le otorgan la primacía de brindar una idéntica calidad de servicio a los clientes de empresas globales en cualquier lugar del mundo donde se encuentra.

### **Metodología**

Utiliza un proceso de clara definición y seguimiento de los requerimientos, para lograr el mayor nivel de satisfacción posible en sus clientes. Este proceso se relaciona con la planificación de los trabajos, la arquitectura del software a construir y la división de las tareas dentro de la célula de trabajo asignada. Además, el modelo de servicio de Enésima Ltda. le permitirá contratar temporalmente un equipo de especialistas Java, sin incurrir en los costos fijos que implicaría ensamblar dicho equipo en forma interna, para su uso exclusivo.

### **Tecnología.**

Los servicios de Enésima Ltda., se apoyan en el conocimiento y la experiencia de su equipo en el manejo de las tecnologías actualmente vigentes para la construcción de software world-class: Java, XML, directorios LDAP, PKI, y otras. Esta experiencia, está plasmada en nuestra colección de "best-practices", y en el repositorio de componentes que utiliza Enésima Ltda para dar solución a problemas ya encarados anteriormente, como son: control de accesos a sistemas, firma digital de transacciones, distribución automática de software, framework de reporting distributions, monitoreo remoto, etc.

### **Resultados.**

Hasta el momento Enésima Ltda. ha construido una gran cantidad y diversidad de soluciones basadas en Java: desde pequeños módulos para necesidades puntuales – como interfaces entre sistemas, o transferencias de fondos - hasta grandes sistemas de gestión, pasando por intranet y extranet corporativas. Los servicios de Enésima Ltda. pueden utilizarse para construir software pequeño y grande, con variadas arquitecturas técnicas, y resolviendo distintos tipos de problemas: técnicos o de negocios.

## **2. PLANTEAMIENTOS**

### **Condición actual**

Actualmente, en la empresa Enésima Ltda. Utilizan centrales telefónicas convencionales (PBX), lo cual, por la poca flexibilidad y alto costo del servicio, limita que el trabajo diario de los usuarios sea eficiente. La empresa Enésima Ltda. necesita una solución para comunicaciones multimedia, con múltiples canales de contacto, de modo que incrementara la capacidad operativa de la compañía y la productividad de los empleados.

Para ello se requiere de una tecnología que supere la expectativa de la empresa a la cual estamos ofreciendo nuestra implementación esta radicada en Bogotá pero cuenta con dos sucursales las cuales se encuentran en las ciudades de Cali y Barranquilla.

Conociendo el flujo y el sistema de comunicación utilizada actualmente entre esta empresa, decidimos ofrecer un paquete óptimo de telefonía de VoIP en el cual podrán tener una comunicación a un precio más bajo lo cual representaría un ahorro a mediano y largo plazo.

## TOPOLOGIA ACTUAL TELEFONIA TRADICIONAL

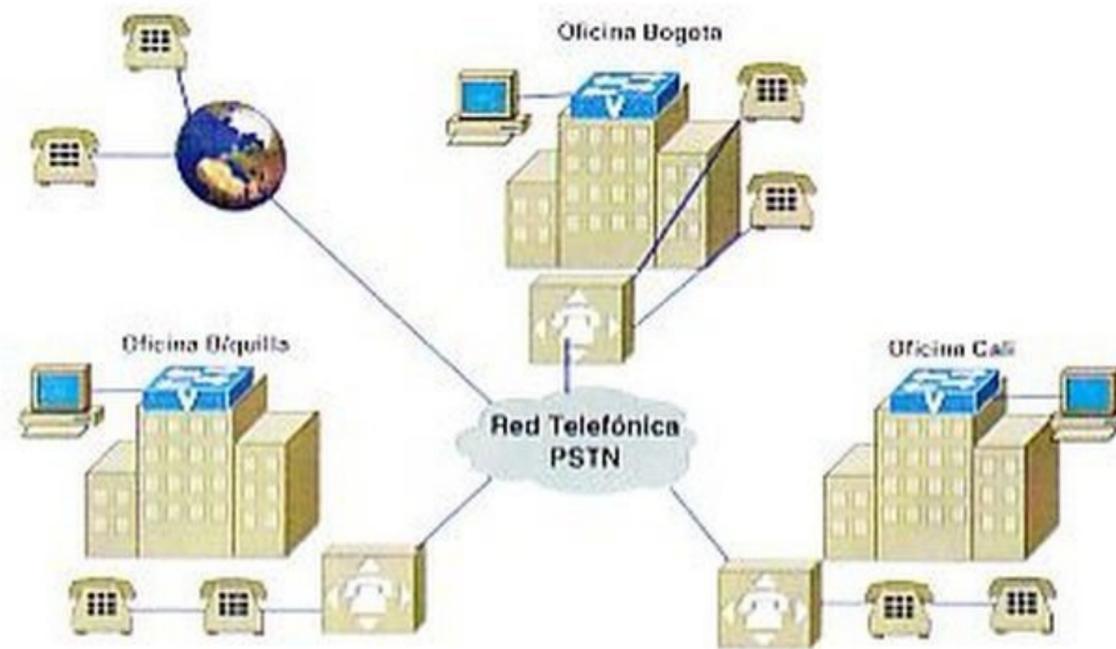


Figura 1  
Condición propuesta

La empresa Enésima Ltda. Decidió instalar la siguiente solución de telefonía IP. Esta solución provee un sistema de comunicaciones que soporta hasta 24 dispositivos conectados. Dicha estructura se integra y reemplaza a la tradicional PBX brindando una plataforma abierta que en conjunto con la plataforma de software AutoAtendant, potencia las prestaciones con servicios de Interactive Voice Response (IVR) que guía al cliente a través de un menú de alternativas y Computer Telephony Integration (CTI) que permite integrar la Telefonía con la red de datos. Asimismo, brinda características robustas en procesamientos de llamadas y una suite de aplicaciones de telefonía sobre redes LAN y WAN. Además de ofrecer comunicaciones eficientes en costo-beneficio y características de fácil uso, presenta una administración a través de browser en la Web y una arquitectura abierta para la integración de aplicaciones.

Comercialmente la compañía espera mantener un liderazgo significativo en calidad de servicio para sus múltiples y exigentes clientes. Para ello requería un soporte tecnológico relevante, que le facilite la gestión operativa, integre las aplicaciones de contacto multimedia y le brinde mantenimiento con efectividad y oportunidad. Fue por este motivo que, luego de una exhaustiva selección, la decisión de contratación recayó sobre nosotros. Las soluciones de telefonía sobre redes permiten realizar operaciones de voz y datos sobre una misma red generando ahorro de costos, al unificar el cableado y simplificar la compra de equipos, el mantenimiento y administración de la red y el soporte técnico. Además permite ahorros directos de costos de hasta 40 % por debajo de los sistemas

tradicionales basados en PBX, además de altos regímenes y costos de administración y mantenimiento. La compañía Enésima Ltda. Busca una solución que respalde sus objetivos de negocio. Necesitan una tecnología que supere la oferta de la competencia y que tenga un sólido respaldo para brindar a sus clientes el mejor servicio posible.

Con la solución de Telefonía IP alcanzarán un importante ahorro en costos además la empresa logrará incrementar la productividad de sus empleados, ya que estos tienen ahora a su disposición toda la información requerida por los clientes en una única plataforma, pudiendo de esta manera ahorrar los esfuerzos que implica el recopilado de datos.

Por otra parte, esta productividad se verá incrementada gracias a que ahora los empleados pueden ponerse en contacto con los clientes a través de múltiples canales.

En el caso particular de los usuarios, la tecnología adquirida ayudará a facilitar considerablemente sus tareas diarias, esto se debe a que esta nueva tecnología posee todas las características ofrecidas por una PBX, sumadas a nuevas y mejores capacidades, entre las cuales se puede mencionar la posibilidad de instalar el propio teléfono a través del browser.

El uso de tecnología VoIP implica, además, una alta calidad de voz sin tener que pagar los costos de las llamadas de larga distancia. Asimismo, esta tecnología usa Internet en vez de una red telefónica tradicional para el transporte de larga distancia, lo cual reduce los costos de comunicación. De esta manera, al utilizar la tecnología VoIP la compañía no paga costos de larga distancia si no una conexión a Internet, con lo que, en base al ahorro generado por los precios de la tecnología VoIP, la empresa puede ubicar sus Contact Centers en las ciudades que provean los mejores recursos de personal.

La solución de telefonía IP permite administrar los mails y las llamadas telefónicas desde cada una de las PC's como mensajería unificada, los servicios que la compañía puede brindar se incrementan notablemente. Por otra parte, los sistemas tecnológicos de la compañía permiten todo tipo de contactos inbound gracias a su Plataforma de Distribución Automática. Además de tener un sistema compuesto por Voice over IP (VoIP), están presentes también los chat rooms, e-mail, Fax, sitio Web y teléfono.

La compañía contará también con facilidades como: Discadores Predictivos (reduce los tiempos libres de los agentes permitiendo la entrada de un mayor número de llamadas) y los ya mencionados CTI e IVR. Por lo tanto, al cambiar la compañía sus centrales telefónicas convencionales por la implementación de la solución de Voz sobre IP, la empresa logrará hacer eficientes los procesos de

negocio vitales, ofrecer a sus empleados mayor simplicidad, y generara un importante ahorro neto en los costos

### 2.2.1. Información técnica cisco 2801

#### General

Tipo de dispositivo: Encaminador  
Factor de forma: Externo - modular - 1U  
Anchura: 44.5 cm  
Profundidad: 41.9 cm  
Altura: 4.37 cm  
Peso: 6.2 kg

#### Memoria

Memoria RAM: 192 MB (instalados) / 384 MB (máx.)  
Memoria Flash: 64 MB (instalados) / 128 MB (máx.)

#### Conexión de redes

Tecnología de conectividad: Cableado  
Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet  
Red / Protocolo de transporte: IPsec  
Protocolo de gestión remota: SNMP 3  
Indicadores de estado: Actividad de enlace, alimentación  
Características: Protección firewall, cifrado del hardware, VPN, soporte de MPLS, filtrado de URL.

#### Comunicaciones

Tipo: Módem DSL  
Protocolo de señalización digital: ADSL.

#### Descripción del fabricante sobre el producto

El Cisco 2800 cambia la naturaleza de las comunicaciones corporativas de las oficinas sucursales. Hoy en día, las redes IP corporativas necesitan llevar a cabo muchas tareas. Más aun, las organizaciones necesitan no solo comunicaciones rápidas, sino también comunicaciones seguras. Además, las infraestructuras IP pueden ahora llevar señales de voz y video, una excelente manera de mejorar la productividad y disminuir costos. El Cisco 2800 ofrece soporte sin precedente para estas funciones. El paquete DCL Cisco 2801 viene con WIC-1ADSL (ADSLoPOTS), Cisco IOS SP servicios, 64 MB Flash/192 MB DRAM.

### **Expansión / conectividad**

Total ranuras de expansión (libres):

- 2 ( 2 ) x HWIC
- 2 ( 2 ) x AIM
- 2 ( 2 ) x PVDM
- 1 ( 0 ) x WIC
- 1 ( 1 ) x VIC
- 1 memoria
- 1 Tarjeta CompactFlash

Interfaces:

- 2 x red - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45
- 1 x USB
- 1 x gestión - consola
- 1 x red - auxiliar
- 1 x módem - ADSL

### **Diverso**

Algoritmo de cifrado: DES, Triple DES, AES

Cumplimiento de normas: CISPR 22 Class A, CISPR 24, EN 61000-3-2, VCCI Class A ITE, IEC 60950, EN 61000-3-3, EN55024, EN55022 Class A, UL 60950, EN50082-1, CSA 22.2 No. 60950, AS/NZ 3548 Class A, JATE, FCC Part 15, ICES-003 Class A, CS-03, EN 61000-6-2

### **Alimentación**

Dispositivo de alimentación: Fuente de alimentación - interna

### **Software / requisitos del sistema**

OS proporcionado: Cisco IOS SP services

Sistema operativo requerido: Microsoft Windows 98 Second Edition

### **Parámetros de entorno**

Temperatura mínima de funcionamiento: 0 °C

Temperatura máxima de funcionamiento: 40 °C

Ámbito de humedad de funcionamiento: 10 - 85%

## Justificación.

### Reducir sus costos operacionales.

Los procesos están basados en metodologías convencionales, la comunicación es formal, rígida, estructurada y los mecanismos de producción no están articulados con los sistemas de la empresa.

Las empresas están implantando metodologías para mejorar sus procesos y están aplicando las mejores prácticas para hacer sus empresas más productivas y competitivas. El despliegue de metodologías estilo ISO 9000 e ITIL, se está convirtiendo en una inquietud cada vez más intensa.

Por otro lado, las empresas en general, pero en particular las pequeñas y medianas que abundan en América Latina, se preocupan por invertir en tecnología y telecomunicaciones sólo donde ésta aparenta ser más productiva, generalmente en el área comercial para mejorar las comunicaciones con su ejército de ventas, pero esto no es suficiente.

La aplicación de redes más eficientes, de servidores mejor conectados y de un acceso más democrático a las tecnologías de información dentro de la misma empresa hará más efectiva y menos costosa la operación de la empresa. Entre esas tendencias está el desarrollo de estrategias para reducir los procesos basados en papel. Resulta redundante que la mayoría de los empleados cuenten con computadores frente a sus escritorios y deban también utilizar formas y documentos impresos para las comunicaciones internas ya sean estas formales o informales.

Otro cuello de botella dentro de las empresas que aumenta el uso de recursos innecesarios es el uso de redes de telefonía. La integración de la red de datos con la de telefonía, termina por hacer más sencillo el mantenimiento y el despliegue de información. Por último, el sostenimiento de redes no actualizadas. El uso de redes 10/100/1000 es como mínimo el paso a seguir para aprovechar la conectividad de las personas.

La estrategia es desarrollar sistemas de integración de las comunicaciones más flexibles y dinámicas. Integre los procesos productivos a los sistemas de información. El despliegue de una red con mayor capacidad le permitirá integrar mayores servicios y mejorar las comunicaciones entre los empleados de la empresa. El flujo de información en múltiples direcciones se hace perentorio para obtener el mayor conocimiento posible y, por lógica, tomar las mejores decisiones. En la actualidad, la oferta de servicios de banda ancha y telefonía IP que ofrecen las operadoras de telefonía local se convierten en una solución adecuada para comenzar a integrar las redes de voz y datos. Los costos de esta integración inicial se reportarán como ahorros en el mediano y largo plazo y dejarán de ser medibles a finales de la década como indicadores de ahorro, pero si en el

momento no se están utilizando, es probable que esté muy atrasado para realizar los procesos de renovación tecnológica. Por su parte, el uso de papel y de documentos impresos en general, debe tender a reducirse a su mínima expresión. Los costos de uso de redes y de los medios de comunicación que se soportan sobre ellos, son radicalmente inferiores. Así, el uso intensivo de sistemas de digitalización para documentos físicos que entran en la empresa y su almacenamiento y distribución harán más eficiente la búsqueda y consulta de información. Por otro lado, el uso de correo electrónico y sistemas de mensajería instantánea seguirá creciendo y consolidándose para convertirse en los medios de comunicación personal por excelencia. En el futuro los procesos estarán centrados en niveles de relevancia para el eje de la productividad, la información se valora como el principal activo.

Para finales de esta década, las inversiones que se realicen en la infraestructura de redes ya habrán retornado su inversión con creces. Es importante tener en cuenta que la aparición de los teléfonos inteligentes y los de múltiple plataforma ya estará lista para esa época y se deberá asignar especial atención a esta importante herramienta de comunicaciones, con las que se podrá comunicar de manera más eficiente desde cualquier lugar, sin importar si tiene red inalámbrica o red celular y posiblemente, el complemento final será la red satelital. Por otro lado, es el momento para comenzar el despliegue de una red 10 Giga bits que permita el flujo de datos, voz y video sin obstáculos. La inversión que se comienza a hacer desde ahora, aumentará la productividad y la capacidad de respuesta de la empresa.

#### **Incremento de ventas.**

En muchos casos el área comercial se debe basar en supuestos y en el peor de los casos en el 'instinto', los clientes no están al tanto de los planes de la empresa y la comunicación entre el área de producción y la de comercialización tiene muchas escalas. El área comercial, hasta hace pocos años, dependía en muchos sentidos de un poco de suerte para poder negociar con los clientes.

Los ejecutivos comerciales generalmente estaban más enfocados en superar sus metas comerciales, sin tener en cuenta la verdadera capacidad de respuesta de la empresa. También, el área productiva trabajaba desengranada del área comercial y la primera se veía sometida a la segunda.

Los procesos comerciales y las nuevas metodologías de organización empresarial se han enriquecido con la implantación de sistemas de telecomunicaciones capaces de dar respuesta casi en tiempo real tanto al ejecutivo como al mismo cliente. Como un paso básico, las empresas han dotado al área comercial de telefonía celular y muchas empresas cuentan con dispositivos de mano, tipo handheld o PDA, con aplicaciones diseñadas a la medida de sus necesidades de venta. Por otro lado, los clientes se han valido

en muchos casos de Internet para hacer seguimiento de sus pedidos y del correo electrónico para complementar la información.

En este sentido la dependencia del área comercial de redes externas es mucho más alta que la de cualquier usuario convencional de la empresa. La estrategia es el Despliegue de sistemas de información móviles que le permitan al área comercial negociar mejor con sus clientes. ¿Dejaría perder un cliente porque su asesor comercial no puede darle la información adecuada? La telefonía móvil ha servido muy bien a las empresas para suplir con datos actualizados al área de ventas, pero esto puede ser insuficiente. Los teléfonos inteligentes se presentan como la siguiente opción con la que el área comercial puede obtener no sólo la información que requiere para cerrar negocios, sino también como el mecanismo más económico para mantener comunicaciones eficaces. ¿Paradójico? Definitivamente no, la adquisición de equipos especializados para el área de ventas al granel, por ejemplo, es realmente una enorme inversión; mientras que los teléfonos inteligentes se basan en estándares, se pueden adquirir por volumen y su gran diferencial no es que tengan refuerzos en goma para evitar golpes, sino la carga de software que tienen en su interior.

Aparte de esto, son más prácticos que los computadores portátiles y en muchos sentidos, menos tentadores para los ladrones. Como siempre, la seguridad de la información también debe tenerse en cuenta y por esto, el acceso a los datos corporativos, e incluso el acceso a los datos dentro del teléfono, debe ser protegido. Futuro: Las ventas serán más interactivas y la comunicación entre las áreas de producción y comercial será directa. Las redes inalámbricas que cubren ciudades enteras ya están en camino. La tecnología WiMax, promulgada por Intel, es un buen ejemplo de esto.

Este es el siguiente paso en comunicaciones móviles, un teléfono promiscuo que evite preocupaciones sobre la posibilidad de comunicarse y utilice una red inalámbrica de Internet para conectarse con telefonía sobre protocolos de Internet cuando sea necesario, o que utilice las redes celulares en el lugar indicado. La diferencia entre este tipo de servicios, estará en el costo que los operadores tengan para cada uno de ellos, pero la competencia hará su parte y los hará bajar a niveles adecuados para la próxima década.

## Seguimiento de clientes.

Las empresas buscan obtener información de calidad de sus clientes, pero esto es costoso y en muchos casos, tedioso para los clientes.

Hace una década, la información de sus clientes apenas ocupaba unos cuantos caracteres. En la actualidad es el más precioso tesoro con el que puede contar su empresa, si sabe utilizarlo. Herramientas de minería de datos y de inteligencia de negocios, han permitido extraer lo más importante de las cada vez más robustas bases de datos. De hecho, en una empresa pequeña de máximo 20 computadores, con un servidor de Internet y otro para la administración de aplicaciones, puede haber fácilmente un par de Terabytes de almacenamiento, cuando hace menos de un par de lustros, ese era el espacio que podía ocupar toda la información de clientes de una empresa como AT&T. Pero sí resulta importante tener suficiente espacio de almacenamiento para guardar los datos, las aplicaciones y los procedimientos.

Lo más importante es hacer que estos estén disponibles y permitan responder no sólo las inquietudes generales de la empresa, sino también satisfacer las necesidades de los clientes. Así, resulta necesario desarrollar una metodología que permita explotar al máximo los datos de los clientes y de paso atender sus inquietudes de manera más confiable y productiva.

Desarrolle tecnologías de medición y sistemas interactivos que permitan a sus clientes participar del conocimiento, el despliegue de un centro de datos, sumado a un centro de contactos, se convierte en herramientas esenciales para el desarrollo de buenas prácticas de comunicación e interacción con los clientes. Pero no debe comprarlos, a menos que su empresa pueda darse el lujo de mantener una infraestructura tan robusta por su propia cuenta, o porque su negocio lo exige. Las empresas de telecomunicaciones ofrecen excelentes servicios de centros para almacenamiento de datos, respaldo de archivos e incluso muchas de ellas tienen filiales dedicadas al contacto con los clientes. Lo más importante es, dentro de la empresa, desarrollar una buena SAN, para permitir consultar y acceder a la información necesaria en el momento oportuno, para dar respuesta a actividades críticas y para sostener el desarrollo de sus negocios. De igual manera, el área comercial debe alimentar constantemente la información de los clientes y los canales de distribución.

Para esto se debe mantener un sistema constante de actualización de información que pueda ser basado en los mismos terminales móviles, ya sean PDAs o teléfonos inteligentes. Finalmente, debe aprovecharse Internet para permitir el acceso a la interacción con los clientes, motivándolos a que visiten su sitio para actividades puntuales, tales como actualización de información, guía de productos y servicios,

novedades e incluso concursos, que permitirán conseguir aún más información confiable de sus usuarios.

Como siempre, la mayor preocupación tanto de clientes como de las empresas es el manejo seguro de su información. Los hábitos y necesidades de los clientes podrán medirse con diferentes mecanismos electrónicos que participarán en el proceso. Más allá de los centros de contacto y del uso intensivo de bases de datos sumadas a sistemas de almacenamiento de información, minería de datos e inteligencia de negocios, para la próxima década los sistemas basados en tecnologías de identificación por radio frecuencia RFID y su etiquetas inteligentes EPC (Electronic Product Code), harán una buena parte del trabajo que usted quiere saber sobre cómo, dónde y cada cuánto el cliente compra sus productos. Esto le dará mayores opciones para ampliar su base de conocimientos. Incluso, al asociarlo con lectores de EPC en los hogares, que pueden estar conectados a Internet a través de los electrodomésticos de la casa, podrá resolver muchos misterios sobre qué pasa después de que el producto es comprado, resolviendo dudas sobre frecuencia de uso y los productos asociados con su compra. Pero la democratización y la participación del cliente en el proceso productivo se extenderán más allá de un frío seguimiento a través de etiquetas RFID, la reducción de costos en los precios de los servicios de telefonía, gracias a la consolidación de este servicio a través de Protocolos de Internet y el aumento de la capacidad y la calidad de las redes, hará más colaborativa la relación no sólo con los clientes sino también con los proveedores y los aliados de negocio.

Un reciente estudio de la Economist Intelligence Unit, demostró el interés que empresas tanto de Norteamérica como de Europa, Japón y el Sudeste Asiático, han puesto en el despliegue de redes IP en sus empresas para, en primera medida, actualizar sus sistemas legados y luego aprovechar al máximo la ampliación de opciones que esta implementación les puede dar, al interactuar con voz, video y datos a las necesidades de sus clientes, al hacer que la información se obtenga en el momento y en el lugar que tanto la empresa como los clientes necesitan.

## Administrar su conocimiento.

Las empresas se preocupan por la información que fluye entre sus empleados, pero poco hacen por capitalizar esta interacción. Una de las principales preocupaciones de muchas empresas es el manejo de la información que sus empleados tienen del negocio y que, por falta de herramientas adecuadas, se pierde cuando el empleado es trasladado a otra área o en el peor de los casos sale de la compañía.

Estrategias para consecución de clientes, listados eternos de datos que para un empleado son útiles pero que para cualquier otra persona son peor que una lengua muerta, desaparecen para siempre como los mismos jeroglíficos. Por otro lado, la inversión que la empresa puede haber realizado en desarrollo del personal, enseñándole a manejar los productos, sus clientes, su portafolio de negocios, la estrategia de la empresa, entre otros, siguen siendo temas que en muchos casos, sin importar el tamaño de la empresa, quedan como cabos sueltos.

Aunque ya existen herramientas para la administración del conocimiento desarrolladas por proveedores tradicionales como IBM, Oracle y Microsoft, entre otras, que permiten hacer seguimiento a muchos de los recursos que utilizan los empleados en la empresa, el conocimiento, la experiencia y la práctica aún son temas inconclusos. Desplegar sistemas de información que superen el dato y se extiendan hasta la voz y el video.

Un repositorio de datos, sumado a sistemas de digitalización de documentos y éste unido a un programa de workflow podrían darle inicio a una nueva forma de ver cómo se manejan los contactos, las operaciones y los recursos de la empresa por parte de sus empleados. Pero este es sólo el principio, la digitalización de las comunicaciones, aprovechando no sólo voz sobre Internet sino también o servicios de videoconferencia, aparte de reducir costos en desplazamiento y viáticos, también podrán ser almacenados y procesados cuando sean necesarios, con el fin de obtener más información en tiempo real.

Las redes de almacenamiento y los servidores conectados a ella, permitirán acceder a la información de manera más fluida y solucionarán muchos de los problemas de acceso al conocimiento. Por otro lado, existen soluciones para aprendizaje, que permiten a los empleados acceder a metodologías y estrategias que la empresa utiliza para desarrollar sus actividades. Generalmente este conocimiento se distribuye a través de medios electrónicos con el fin de aumentar la eficacia del servicio, al llegarle directamente al puesto de trabajo a cada empleado y poder consultarlo cuantas veces considere necesario. Así, las herramientas asociadas a los servicios de entrenamiento serán siempre una buena intranet y un portal de información de acceso abierto a todos los empleados de la empresa.

¿Triple-Play en la empresa? Por supuesto que sí, sumado a sistemas más inteligentes para búsquedas y procesamiento de información.

Superados los problemas de costos en instalación de redes de última generación, con capacidades de envío y recepción abrumadoramente superiores a las actuales, el uso de servicios de voz, datos y video que permitirán, en primera medida, aprovechar al máximo la red para la administración del conocimiento, pues todo el material que la atraviese será almacenado, organizado y aprovechado bit por bit, letra por letra y número por número, en posteriores ocasiones.

La creación de portales multimedia, con información enriquecida basada en video y con transmisión en tiempo real, serán herramientas rutinarias que agilizarán el trabajo diario de todos, tanto en la empresa como fuera de ella, pues a la capacidad de disponer de esta información en cualquier momento y lugar y desde cualquier dispositivo, gracias al uso de aplicaciones que ya están vigentes en la actualidad harán en últimas, que la empresa esté donde esté el empleado y no como sucede en la actualidad. Así, tele trabajo y administración del conocimiento no serán términos disimiles, sino parte de una realidad, que está a sólo cinco años de distancia.

#### **Migración a telefonía IP.**

Hace unos años las empresas se preguntaban ¿Necesitare migrar a telefonía IP? Hoy en día la pregunta ha cambiado por ¿Cuándo migrare a IP? Definitivamente la telefonía IP ha impuesto una revolución en términos de productividad y costos que las empresas no pueden desconocer. La clave para desarrollar una infraestructura de telefonía IP y migrar hacia esta solución, radica en la escogencia del partner perfecto, que le proporcionará a las empresas, la confianza, seguridad y apalancamiento de las inversiones realizadas. Este tipo de alianzas significa para los gerentes de tecnología, la protección de los costos en infraestructura asumidos y permiten desarrollar un trabajo basado en el soporte de las aplicaciones existentes, el entrenamiento continuo y el desarrollo de nuevas soluciones, medibles con los requerimientos futuros.

Las compañías que desean migrar a telefonía IP deben estar seguras de 'pasos clave' para aplicar IP en los PBX's existentes, permitiéndoles iniciar su funcionamiento con el menor riesgo y costo. Es importante que las empresas tengan libertad y flexibilidad para asimilar los cambios producidos con telefonía IP lo más rápido posible o asumir la integración de su infraestructura y migrar lentamente hacia este proceso de negocio. Con otro tipo de implementaciones tecnológicas, las empresas se pueden dar el lujo de fallar o demorarse más de lo esperado. Con la telefonía no, la gente espera que al levantar la bocina del teléfono todo funcione y esto debe ser así. Por eso es importante que el proceso de

migración sea asesorado por expertos y que se haga de manera organizada y sistemática.

Simplemente la voz es el medio de comunicación por excelencia. Desde el comienzo de la era industrial se cuenta con teléfonos y las empresas los necesitan para funcionar. Así como todo ha evolucionado, las comunicaciones también lo han hecho y ahora más que voz, se transmiten datos y facilidades para el usuario. La necesidad de comunicación también se ha hecho mayor y más exigente: ahora un ejecutivo debe estar disponible en todas partes y debe poder interactuar con muchos públicos a largas distancias. Para lograr esto, la telefonía IP es la mejor respuesta. Es así como se tiene una necesidad tecnológica clara, se sabe que no se puede perder tiempo ni dinero y que la operabilidad debe ser impecable. Entonces, el proceso de migración se convierte en un punto neurálgico y clave para el negocio.

¿Cuáles son entonces las claves para migrar sin morir en el intento? Lo primero es rodearse de gente experta. Las comunicaciones sobre IP no son algo 'Plug and Play' que se compra en una tienda, se instala y listo. Requieren conocimiento y experiencia, sobre todo si se quiere un resultado óptimo. Por otra parte, no todas las compañías proveedoras poseen el conocimiento necesario, tal vez el producto, pero no el nivel de servicios necesario. Lo segundo es trazar un plan que permita a la empresa migrar al ritmo más ajustado a sus necesidades.

El proceso debe ser transparente para los clientes de la compañía, el servicio de comunicación debe funcionar adecuadamente y el cambio debe darse sin traumas y casi sin notarlo. Un buen plan dará como resultado un proceso sano, rápido y certero, que debe ser complementado con la vinculación directa e inmediata de los funcionarios de la empresa para que comprendan la importancia de la transformación. De igual modo, es crítico que las primeras implementaciones sean exitosas y para esto es necesario controlar el ambiente en el cual se va a realizar la implementación, hay que controlar la red de datos, la red de voz y las reglas de calidad de servicio. También es importante que la definición de las expectativas, después de la implementación, sean claras y alcanzables.

Muchas compañías no se dan cuenta del cambio, porque simplemente no conocían la situación anterior, ni crearon mecanismos de medición y optimización de los actuales recursos. Por último, es importante que las empresas que están por migrar, logren alinear sus objetivos de negocio a la tecnología, para hacer de ésta una herramienta de productividad. Recordando a Séneca, "solo hay buen viento para quien sabe a dónde va" y solo habrá una buena migración en aquellas empresas que sepan sacarle el máximo provecho

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo General.

Generar un documento que pueda orientar a las personas interesadas en el tema en cuanto a la lógica básica de la voz sobre IP.

#### 3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los mecanismos empleados para garantizar la seguridad de las comunicaciones sobre IP.
- Demostrar que las tecnologías de comunicación cada día convergen más hacia la red Internet.
- Mostrar las ventajas y desventajas de VoIP sobre la telefonía convencional.
- Analizar la calidad de servicio en las comunicaciones IP.
- Presentar la forma de direccionamiento en la transmisión de voz sobre IP.
- Indicar la manera en la que la señalización es utilizada en VoIP.
- Analizar el procedimiento de transporte y los procesos asociados a la transmisión de una llamada sobre IP.

### 3.3. Generalidades.

#### 3.3.1. Qué es Voip?

VoIP proviene de Voice Over Internet Protocol. Como dice el termino VoIP intenta permitir que la voz viaje en paquetes IP y obviamente a través de Internet.

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 convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.

La voz IP, por lo tanto, no es en sí mismo un servicio, sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales PSTN, las redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las conversaciones vocales, se basaban en el concepto de conmutación de circuitos, o sea, la realización de una comunicación que requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos para la conversación, sino que envía múltiples de ellas (conversaciones) a través del mismo canal codificadas en paquetes y flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

Según esto son evidentes las ventajas que proporciona el segundo tipo de red, ya que con la misma infraestructura podrían prestar mas servicios y además la calidad de servicio y la velocidad serian mayores; pero por otro lado también existe la gran desventaja de la seguridad, ya que no es posible determinar la duración del paquete dentro de la red hasta que este llegue a su destino y además existe la posibilidad de perdida de paquetes, ya que el protocolo IP no cuenta con esta herramienta.

### 3.3.2. Cómo funciona VoIP?

Años atrás se descubrió que mandar una señal a un destino remoto también podía hacerse de manera digital: antes de enviar la señal se debía digitalizar con un ADC (analog to digital converter), transmitirla y en el extremo de destino transformarla de nuevo a formato análogo con un DAC (digital to analog converter).

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (pulse code modulación) por medio del codificador/decodificador de voz (codec). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso. El flujo de un circuito de voz comprimido es el mostrado en la figura

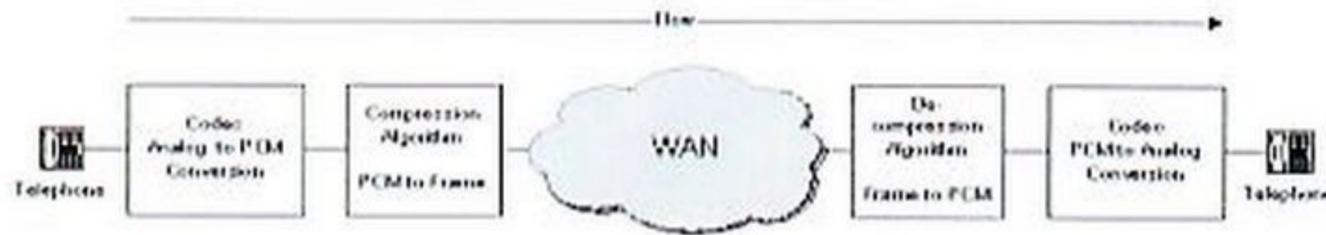


Figura 2.

Dependiendo de la forma en la que la red este configurada, el enrutador o el gateway puede realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el enrutador o el gateway realizan todas las funciones mencionadas anteriormente de la siguiente manera

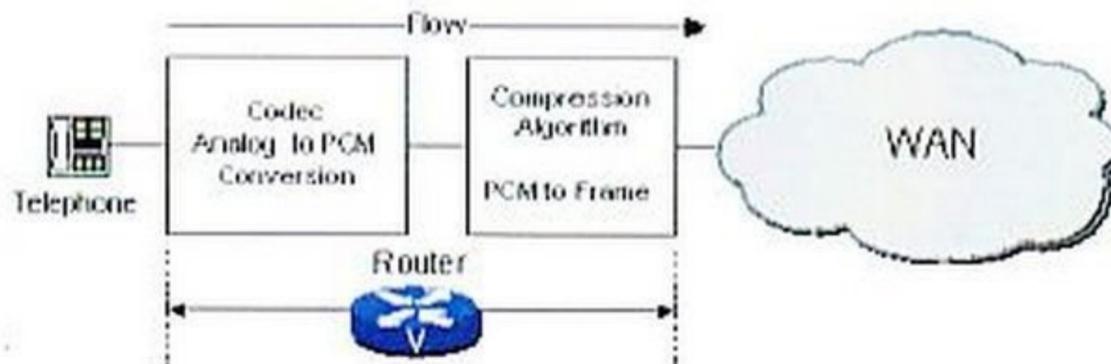


Figura 3.

Si, por otro lado, el dispositivo utilizado es un PBX digital, es entonces este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el enrutador solo se dedica a procesar las muestras PCM que le ha enviado el PBX.

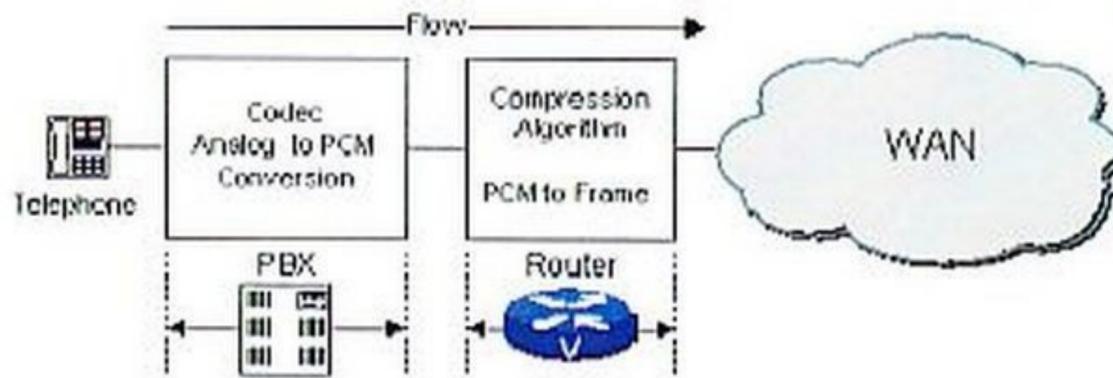


Figura 4.

para el caso en el que el transporte de voz se realiza sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP, el cual se denomina gateway y es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos IP para ser transportados a través de la red, del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original conduciéndolo de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última milla para ser transportado al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización. El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad. El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el diseñador. La señalización alerta las estaciones terminales y a los elementos de la red su estado y la responsabilidad inmediata que tienen al establecer una conexión.

#### 3.3.2.1. Interacción del protocolo H.323 con VoIP.

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 con el 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 la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia (DTMF).

El protocolo h.323 es usado, por ejemplo, por NetMeeting para hacer llamadas IP. Este protocolo permite una gran variedad de elementos que interactúan entre ellos:

Terminales, son los clientes que inician una conexión VoIP. Estos usuarios solo pueden conectarse entre ellos, y si es necesario el acceso de un usuario adicional a la comunicación se necesitaran algunos elementos adicionales.

Gatekeepers, que operan básicamente de la siguiente manera:

Servicio de traducción de direcciones (DNS), de tal manera que se puedan usar nombre en lugar de direcciones IP.

Autenticación y control de admisión, para permitir o denegar el acceso de usuarios. Administración del ancho de banda.

Gateways, puntos de referencia para conversión TCP/IP - PSTN.

Unidades de control multipunto (MCUS), para permitir la realización de conferencias.

h.323 no permite solamente VoIP, sino también comunicación para intercambio de datos y video. El h.323 comprende también una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

Direccionamiento:

RAS(registration, admission and 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

Transmisión de voz:

UDP. 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 (real time protocol). 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 la transmisión:

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

Establecimiento de llamada y Control					
Presentación					
Direccionamiento		Compresión de audio G.711 ó G.723		DTMF	
RAS(H.225)	DNS	RTP/RTCP		H.245	Q.931 (H.225)
Transporte UDP			Transporte TCP		
Red (IP)					
Enlace					
Físico					

Tabla 1.

Actualmente se puede partir de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, 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.

### 3.3.2.2. Protocolo de transporte en tiempo real RTP

RTP (real time transport protocol) o protocolo de transporte en tiempo real, es un protocolo que como su nombre lo indica, está orientado a la transmisión de información en tiempo real, como la voz o el video. Este es un protocolo de las capas superiores de usuario que funciona sobre UDP (user datagram protocol) haciendo uso de los servicios de checksum y multiplexión, para proporcionarle a los programas que generan este tipo de datos, una manejo de transmisiones en tiempo real a través de difusiones unicast o multicast, en el UDP se cambia confiabilidad por velocidad, lo cual es básico para manejo de transmisiones en tiempo real como la VoIP.

Aunque RTP no es lo suficientemente confiable por si solo, este proporciona "ganchos" con protocolos y aplicaciones de capas inferiores y recursos proporcionados por los switches y enrutador para garantizar confiabilidad. Los paquetes RTP no contienen campo de longitud, ya que al funcionar sobre UDP, este protocolo es quien encapsula la voz comprimida en datagramas.

Las herramientas de las que se vale RTP para lograr transmisiones en tiempo real son el RTCP (RTP control protocol) que proporciona un feedback a cerca de la calidad de distribución y la congestión, con esto, la empresa que ofrece el servicio puede monitorear la calidad y puede diagnosticar los problemas que pueda presentar la red, además de esto, RTCP sincroniza el audio y el video, conoce el número de usuarios presentes en una conferencia y con esto calcula la rata a la cual

deben ser enviados los paquetes, todas estas opciones son obligatorias cuando RTP se usa en entornos multicast IP. Pero existe otra aplicación opcional y es una administración de sesiones con bajo manejo de información de control para aquellas aplicaciones donde hay uso masivo de usuarios entrando y saliendo constantemente.

Para la compresión RTP usa una aplicación llamada "vocoder" pudiendo reducir de 64 kbps hasta a 8 kbps la rata para digitalización y compresión de voz produciendo un desmejoramiento en la calidad de la voz poco perceptible, además de esto usa h.323 g.729 y otros protocolos más para transmisiones en tiempo real.

RTP es capaz de correr sobre protocolos WAN de alta velocidad como ATM sin ningún problema, también en redes asimétricas como ADSL, cable-modem o por enlace satelital pero cumpliendo con ciertas características de ancho de banda para ambas direcciones y uso exclusivo para la aplicación RTP.

A pesar de que TCP es un protocolo de transporte de información "pesada", y eventualmente podría llegar a transportar video y voz, este y otros protocolos como XTP son inapropiados por tres razones básicas:

El hecho de que ante la pérdida de paquetes este tipo de protocolos emplean retransmisión de paquetes. TCP no soporta multicast.

El control de congestión de TCP hace reducir la ventana de transmisión cuando detecta pérdida de paquetes, y el audio y el video son aplicaciones cuya rata de transferencia no permite disminuciones de este tipo en la ventana de transmisión.

Adicionalmente otra desventaja es que los encabezados de estos protocolos son más largos que los de RTP.

### 3.3.2.3.Compresión de voz.

Los algoritmos de compresión usados en los enrutadores y en los gateways analizan un bloque de muestras PCM entregadas por el codificador de voz (voice codec). estos bloques tienen una longitud variable que depende del codificador, por ejemplo el tamaño básico de un bloque del algoritmo g.729 es 10 ms, mientras que el tamaño básico de un bloque del algoritmo g.723.1 es 30ms. un ejemplo de cómo funciona el sistema de compresión g.729 es mostrado en la siguiente figura

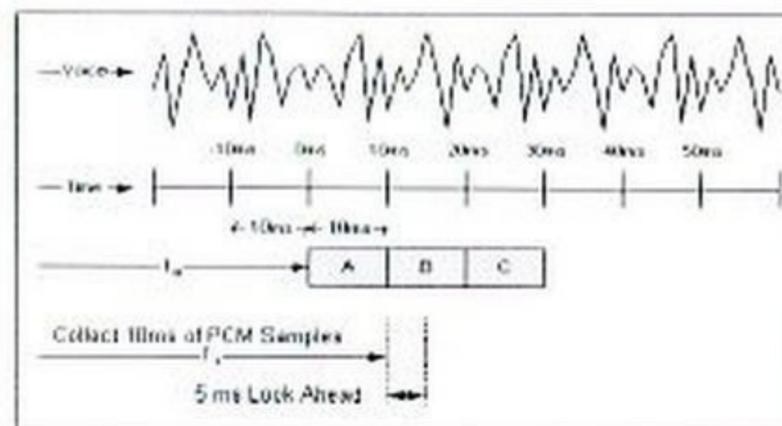


Figura 5.

La cadena de voz análoga es digitalizada en tramas PCM, y así mismo entregadas al algoritmo de compresión en intervalos de 10 ms.

#### 3.3.2.4. Señalización.

La señalización VoIP tiene 3 áreas distintas: señalización del PBX al enrutador, señalización entre enrutador y señalización del enrutador al PBX. Por ejemplo para el caso de una intranet corporativa, esta aparece como la troncal al PBX, quien dará la señalización a los usuarios de la intranet. Por lo cual el PBX reenvía los números digitados al enrutador de la misma forma en la que los dígitos hubiesen sido reenviados al switch de una central telefónica.

Cuando el enrutador remoto recibe la llamada solicitante q.931, este envía una señalización al PBX. Luego que el PBX envía un acuse de recibo, el enrutador envía los dígitos marcados al PBX, y tramita un acuse de recibo de llamada al enrutador de origen.

En una arquitectura de red no orientada a la conexión (como IP), la responsabilidad del establecimiento de la comunicación y de la señalización es de las estaciones finales (end stations). Para prestar exitosamente servicios de voz a través de una red IP, es necesario realizar mejoras en la señalización.

Por ejemplo, un agente de h.323 es adicionado al enrutador para facilitar soporte para el transporte de cadenas de audio y señalización. El protocolo q.931 es usado para el establecimiento y desconexión de la llamada entre agentes h.323 o estaciones terminales. RTCP (real time control protocol) es usado para establecer canales de audio.

Un protocolo confiable orientado a la conexión, TCP, es utilizado entre estaciones terminales para transportar los canales de señalización.

RTP, protocolo de transporte en tiempo real, el cual está soportado en UDP, es usada para el transporte del caudal de audio en tiempo real. RTP usa UDP como mecanismo de transporte porque posee un menor retardo que TCP, y además porque el tráfico de voz en la actualidad, sin importar que sean datos o señalización, toleran menos niveles de pérdida y no tienen la facilidad de retransmisión.

CAPA SEGÚN OSI	ITU H.323 ESTÁNDAR
Presentación	g.711, g.729, g.729a, etc.
Sesión	h.323, h.245, h.225, RTCP
Transporte	RTP, UDP
Red	IP, RSVP, WFQ
Enlace	rfc1717(PPP/ML), Frame, ATM, etc.

Tabla 2.

### 3.3.2.5. Direccionamiento.

Tomando de nuevo el ejemplo de un intranet con direccionamiento IP, podríamos ver que las interfaces de voz aparecerían como anfitriones IP adicionales, como extensiones del esquema de numeración existente o como nuevas direcciones IP.

La traducción de los dígitos marcados del PBX al host IP se realizan por medio del plan de numeración. El número de teléfono de destino o alguna parte de este será vinculado a la dirección IP de destino. Cuando el número es recibido del PBX el enrutador lo compara con los que ya han sido vinculados con alguna dirección IP y están relacionados en la tabla de enrutamiento, si hay alguna coincidencia la llamada será enrutada al host IP al cual este relacionada, después de que la conexión es establecida, el enlace de la intranet es transparente hacia el suscriptor.

### 3.3.2.6. Enrutamiento.

Una de las fortalezas del IP es la sofisticación y gran desarrollo de sus protocolos de enrutamiento. Un protocolo de enrutamiento moderno, como el EIGRP, es capaz de tener en consideración el retardo por cada uno de los caminos posibles que puede tomar el paquete y determinar la mejor ruta que puede seguir. Características avanzadas como el uso de políticas de enrutamiento y uso de lista de acceso (access lists), hacen posible crear esquemas de enrutamiento altamente seguros para el tráfico de voz.

RSVP puede ser utilizado por las gateways de VoIP, de tal manera que se asegure que el tráfico ira a través de la red por el mejor y mas corto camino, esto puede incluir segmentos de redes como ATM o LAN's conmutadas. Algunos de los desarrollos más importantes del enrutamiento IP son, el desarrollo del llamado tag switching y otras técnicas de conmutación IP.

El tag switching muestra una manera extendida del enrutamiento IP, políticas y funcionalidades del RSVP sobre ATM y otros transportes de alta. Otro de los

beneficios del tag switching es la capacidad de manejo de tráfico, la cual es necesaria para un uso eficiente de los recursos de la red. El manejo de tráfico (traffic engineering) puede ser usado para cambiar la carga de este en diferentes sectores de la red basado en diferentes predicciones dependiendo del momento del día.

#### 3.3.2.7. Consumo de ancho de banda.

De acuerdo con todo lo dicho anteriormente, podemos ver que todavía no se han resuelto los problemas relacionados con el ancho de banda y el cómo crear flujos de cadenas de datos en tiempo real.

Lograr transportar voz de alta calidad telefónica sobre IP en tiempo real no es una tarea nada fácil de alcanzar ya que tal labor requiere manejo de las capacidades de la red que permita el control del tráfico, protocolos de tiempo real (TCP/IP no lo son) y anchos de banda "dedicados" durante el tiempo que tome la realización de la llamada.

Sin embargo, día a día las limitaciones en los servicios de voz basados en IP, están siendo superadas gracias dos factores: mejoras en los algoritmos de compresión (que permiten la optimización de la utilización del ancho de banda) y la sofisticación y gran desarrollo de los actuales protocolos de enrutamiento (capaces de tener en consideración el retardo por cada uno de los caminos posibles que puede tomar el paquete para así determinar la mejor ruta que puede seguir, proveer reservas de ancho de banda mientras que dura la conversación y dar preferencia al procesamiento de los paquetes dentro de los límites del enrutador, de manera que aquellos de alta prioridad son procesados primero).

#### 3.3.2.8. IP vs telefonía convencional.

Haciendo un repaso de la red pública telefónica conmutada, lo que tenemos hasta hoy a grosso modo es una red de acceso, que incluye el cableado desde el hogar del abonado hasta las centrales locales y el equipamiento necesario, una red de transporte en la que se incluyen las centrales de rango superior y los enlaces de comunicaciones que las unen.

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.

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), pero en cuanto a los servicios es evidente que la ventaja se orienta hacia la capacidad de

intercambiar datos, enviar imágenes, gráficas y videos, mientras se esta hablando con alguien.

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas vocales a través de una red IP dependen en gran medida de qué 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 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 puede establecer una comunicación en cualquier momento. Si es de forma no permanente, por ejemplo, a través de un proveedor de acceso a Internet (ISP) vía módem convencional (acceso dial-up), la comunicación solo se podrá realizar en el momento en que el usuario dial-up esté conectado a Internet.

### 3.4. Aspectos de VoIP.

#### 3.4.1. Calidad de servicio (QoS).

La calidad de servicio (QoS) es el rendimiento de extremo a extremo de los servicios electrónicos tal como lo percibe el usuario final. Los parámetros de QoS son: el retardo, la variación del retardo y la pérdida de paquetes. Una red debe garantizar que puede ofrecer un cierto nivel de calidad de servicio para un nivel de tráfico que sigue un conjunto especificado de parámetros.

La implementación de políticas de calidad de servicio se puede enfocar en varios puntos según los requerimientos de la red, los principales son:

- Asignar ancho de banda en forma diferenciada.
- Evitar y/o administrar la congestión en la red.
- Manejar prioridades de acuerdo al tipo de tráfico.
- Modelar el tráfico de la red.

Como se ha dicho, la comunicación sobre IP (al igual que la telefonía convencional) debe tener características de tiempo real, desafortunadamente TCP/IP no puede garantizar este tipo de particularidad siempre, de modo que se deben introducir algunas políticas que puedan manejar el flujo de paquetes en todos los enrutadores que deban intercambiar paquetes. Estas son:

Campo tos en el protocolo IP para describir el tipo de servicio: los altos valores indican poca urgencia, mientras que los mas bajos indicaran urgencia, es decir que se solicita respuesta en tiempo real.

Métodos de solución para paquetes en cola:

FIFO (first in first out), es el método más común, donde sale primero el paquete que llegó en primer lugar.

WFQ (weighted fair queuing), consiste en un paso justo de paquetes en consideración con el ancho de banda disponible (por ejemplo, FTP no puede consumir todo el ancho de banda disponible del enlace en cuestión), dependiendo del tipo de flujo de datos que se esté dando, por ejemplo en un ambiente justo, por cada paquete UDP habrá uno TCP.

CQ (custom queuing), donde los usuarios deciden la prioridad del paquete.

PQ (priority queuing), se establece un numero de colas (típicamente 4), cada una con una nivel de prioridad diferente: se comienza enviando los paquetes de la primera cola y luego (cuando la primera cola esta vacía) se envían los paquetes de la segunda cola y así sucesivamente.

CB-WFQ (class based weighted fair queuing), es muy similar a WFQ pero se adiciona el concepto de clases (hasta 64) y además un valor de ancho de banda es asociado.

Capacidad de limitación, la cual permite restringir a la fuente llegar a un ancho de banda determinado para:

- Descarga (download).
- Carga (upload).
- Prevención de congestión.

#### 3.4.1.1. Retardo.

Cuando diseñamos redes que transportan voz en paquetes, marcos, o infraestructura de célula, es importante entender todos los posibles causales de retardos teniendo en cuenta cada uno de los factores, es posible mantener la red en un estado aceptable. La calidad de la voz es función de muchos factores, como lo son, los algoritmos de compresión, los errores y las perdidas de tramas, la cancelación del eco y los retardos. A continuación se esbozan los posibles retardos para VoIP y algunos apartes de la recomendación G.114 de la UIT.

Límites de los retardos

Rango(ms)	Descripción
0-150	Aceptable para las aplicaciones más comunes.
150-400	Aceptable, teniendo en cuenta que un administrador de red conozca las necesidades del usuario.
Sobre 400	Inaceptable para la mayoría de planeaciones de red, sin embargo, este límite puede ser excedido en algunos casos aislados.

Tabla 3.

Estas recomendaciones se estipulan para conexiones con control de eco adecuado, eso implica el uso de equipos canceladores de eco. Estos equipos son requeridos cuando el retardo de una vía excede los 25 ms. (UIT G.131)

Fuentes del retardo.

Se clasifican en dos tipos:

Retardo fijo, se adiciona directamente al total del retardo de la conexión.

Retardo variable, se adiciona por demoras en las colas de los buffer, se nota como  $(\Delta n)$ .

A continuación se identifican todos los posibles retardos, fijos o variables, en una red.

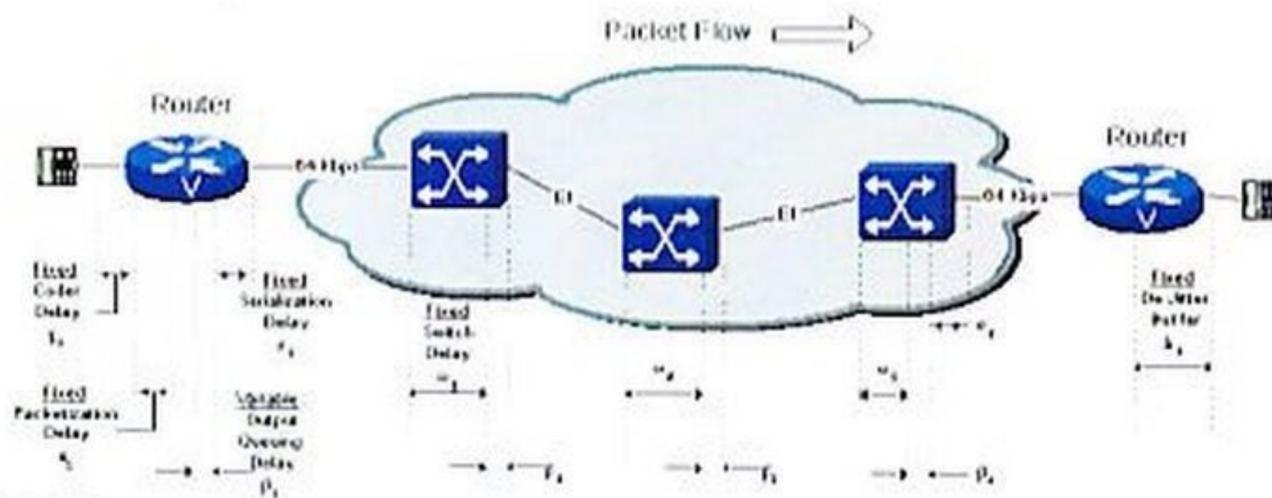


Figura 6.

Retardo por codificación. También llamado retardo de proceso ( $\chi n$ ), es el tiempo que tarda el DSP en comprimir un bloque de muestras PCM, como los codificadores trabajan en diferentes formas, este retardo varía dependiendo del codificador de voz y de la velocidad y carga del procesador.

Mejor y peor alternativa de retardo por codificación.

Codificador	Rata	Tamaño de muestra requerida	Mejor opción	Peor opción
ADPCM, G.726	32 Kbps	10 ms	2.5 ms	10 ms
CS-ACELP, G.729*	8.0 Kbps	10 ms	2.5 ms	10 ms
MP-MLQ, G.723.1	6.3 Kbps	30 ms	5 ms	20 ms
MP-ACELP, G.723.1	5.3 Kbps	30 ms	5 ms	20 ms

Tabla 4.

Retardo algorítmico. El algoritmo de la compresión, que depende de características conocidas de voz para procesar correctamente el bloque N de la muestra, debe tener algún conocimiento de lo que está en el bloque N + 1 en reproducir exactamente el bloque de la muestra N. Esta mirada adelante, que es realmente una demora adicional, se llama la demora algorítmica y aumenta efectivamente la longitud del bloque de la compresión.

El retardo acumulado del codificador se rige por la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned}
 & \text{(Worst Case Compression Time Per Block)} \\
 & \quad + \\
 & \text{(De-Compression Time Per Block)} \\
 & \quad \times \text{(Number of Blocks In Frame)} \\
 & \quad + \\
 & \text{(Algorithmic Delay)} \\
 \hline
 & = \text{"Lumped" Coder Delay Parameter}
 \end{aligned}$$

Retardo por paquetización. Es la demora para llenar un paquete de información, carga útil, de la conversación ya codificada y comprimida. Este retardo es función del tamaño de bloque requerido por el codificador de voz y el número de bloque de una sola trama.

Retardos de paquetización más comunes.

Codificador	Rata	Carga útil (Bytes)	Retardo de paquetización (ms)	Carga útil (Bytes)	Retardo de paquetización (ms)
PCM, G.711	64 Kbps	160	20	240	30
ADPCM, G.726	32 Kbps	80	20	120	30
CS-ACELP, G.729	8.0 Kbps	20	20	30	30
MP-MI.Q, G.723.1	6.3 Kbps	24	24	60	48
MP-ACELP, G.723.1	5.3 Kbps	20	30	60	60

Tabla 5.

Cuando cada muestra de voz experimenta, ambos retardos, retardo algorítmico y retardo por paquetización, en realidad, los efectos se superponen.

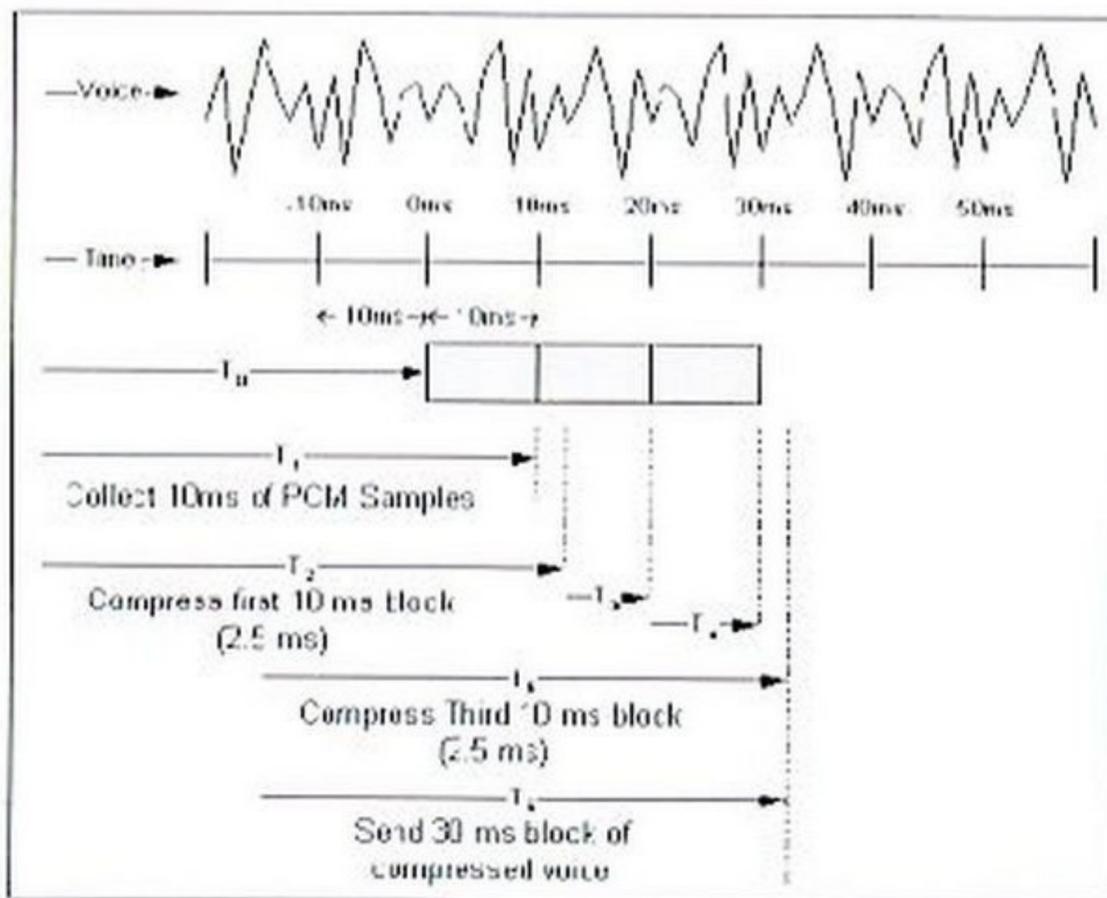


Figura 7.

Retardo de serialización. Es un retardo fijo dependiente de los relojes del muestreo de la voz, o de las tramas de red, esta relacionado directamente a la tasa del reloj

de la transmisión. Recuerde que con reloj bajo y tramas pequeñas, se debe adicionar banderas extras para separar tramas significativas

Demora de señalización para diferentes tamaños de tramas.

Tamaño de trama (bytes)	Velocidad de línea (Kbps)										
	19.2	56	64	128	256	384	512	768	1024	1544	2048
38	15.83	5.43	4.75	2.38	1.19	0.79	0.59	0.40	0.30	0.20	0.15
48	20.00	6.86	6.00	3.00	1.50	1.00	0.75	0.50	0.38	0.25	0.19
64	26.67	9.14	8.00	4.00	2.00	1.33	1.00	0.67	0.50	0.33	0.25
128	53.33	18.29	16.00	8.00	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00	0.66	0.50
256	106.67	36.57	32.00	16.00	8.00	5.33	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00
512	213.33	73.14	64.00	32.00	16.00	10.67	8.00	5.33	4.00	2.65	2.00
1024	426.67	146.29	128.00	64.00	32.00	21.33	16.00	10.67	8.00	5.31	4.00
1500	625.00	214.29	187.50	93.75	46.88	31.25	23.44	15.63	11.72	7.77	5.86
2048	853.33	292.57	256.00	128.00	64.00	42.67	32.00	21.33	16.00	10.61	8.00

Tabla 6.

Retardo por Cola/Buffering. Posteriormente a la compresión de la información, se adiciona un encabezado, y se apila para transmitirse a la red, como los paquetes de voz tienen prioridad para el enrutador, una trama de voz solo debe esperar cuando otra trama de voz este siendo atendida. Por tanto este retardo solo depende del estado de la cola y la velocidad del enlace.

Retardo por conmutador de red. Las redes publicas de Frame Relay o ATM conectan nodos finales y son las causantes de los grandes retardos de las conexiones de voz, a su vez son los más complejos de cuantificar.

Retardo en el buffer estabilizador. Como la conversación es un servicio de rata constante de transmisión, las inestabilidades de todos los posibles retardos deben ser descartadas cuando la señal abandone la red, este buffer especial de los enrutadores de CISCO, permite transformar un retardo variable en uno fijo, con el fin de excluir variables inestables de retardo.

#### 3.4.1.2. Pérdida de paquetes.

El porcentaje de pérdida de paquetes que pueda presentar una red depende básicamente del proveedor de acceso (ISP) o carrier que este proporcionando el enlace. Para el caso de una línea privada, quede el servicio en si, por ejemplo, proveedores de primera talla o también llamados TIER 1 tales como *sprint*, *uci* o *at&t* ofrecen una pérdida de paquetes del orden del 0.3% en sus redes, esto lo logran debido a la redundancia que pueda presentar la topología de red existente y a los niveles de congestión que puedan llegar a presentar. En caso de carecer de redundancia en sus circuitos, también existen los proveedores TIER 2 que presentan un nivel de servicio inferior a los anteriormente mencionados y por lo general estos lo que hacen es simplemente tender redes por todo el mundo, aunque la puerta de acceso a Internet se la alquilan a un proveedor TIER 1 para conectarse a su backbone y tener acceso a todo el contenido de la red.

los TIER 2 tienen un nivel de servicio un poco mas bajo, y pueden empezar a revender sus canales haciendo compresión del ancho de banda, lo cual ocasionará un incremento en la pérdida de paquetes; ejemplos de estas empresas pueden ser IMPSAT, telefónica de España o en el caso de Colombia la ETB, y de ahí en adelante existen proveedores de nivel inferior que compran sus accesos tanto a proveedores TIER 1 o TIER 2 y revenden sus circuitos aumentando así el rehusó del canal de Internet ocasionando mas congestión y pérdida de paquetes, por eso es importante a la hora de contratar un servicio de Internet verificar el SLA (service level agreement) proporcionado por el proveedor para saber que porcentaje de pérdida de paquetes ofrece.

#### 3.4.2. Seguridad.

Desafortunadamente, las nuevas tecnologías traen también consigo detalles a tener en cuenta respecto a la seguridad. De pronto, se presenta la necesidad de tener que proteger dos infraestructuras diferentes: voz y datos.

Los dispositivos de redes, los servidores y sus sistemas operativos, los protocolos, los teléfonos y su software, todos son vulnerables.

La información sobre una llamada es tan valiosa como el contenido de la voz. Por ejemplo, una señal comprometida en un servidor puede ser usada para configurar y dirigir llamadas, del siguiente modo: una lista de entradas y salidas de llamadas, su duración y sus parámetros. Usando esta información, un atacante puede obtener un mapa detallado de todas las llamadas realizadas en una determinada red, creando grabaciones completas de conversaciones y datos de usuario y poder retransmitir todas las conversaciones sucedidas en la red.

La conversación es en sí misma un riesgo y el objetivo más obvio de una red VoIP. Consiguiendo una entrada en una parte clave de la infraestructura, como una

puerta de enlace de VoIP, se pueden capturar y volver a montar paquetes con el objetivo de escuchar una conversación.

Las llamadas son también vulnerables al "secuestro". En este escenario, un atacante puede interceptar una conexión y modificar los parámetros de la llamada. Se trata de un ataque que puede causar bastante pavor, ya que las víctimas no notan ningún tipo de cambio. Las posibilidades incluyen diversas técnicas como robo de identidad, y redireccionamiento de llamada, haciendo que la integridad de los datos estén bajo un gran riesgo.

La enorme disponibilidad de las redes VoIP es otro punto sensible. En PSTN, la disponibilidad era raramente un problema. Una pérdida de potencia puede provocar que la red se caiga por lo que es mucho más sencillo hackear una red VoIP. Los efectos demoledores de los ataques traen como consecuencia la denegación de servicio. Si se dirigen a puntos clave de la red, podrían incluso destruir la posibilidad de comunicación vía voz o datos.

Los teléfonos y servidores son blancos por sí mismos. Aunque sean de menor tamaño o parezcan elementos simples, son en base, ordenadores con software. Obviamente, este software es vulnerable con los mismos tipos de falencias de seguridad que pueden hacer que un sistema operativo pueda estar a plena disposición del intruso. El código puede ser insertado para configurar cualquier tipo de acción maliciosa.

En resumidas cuentas, los riesgos que comporta usar el protocolo VoIP no son muy diferentes de los que nos podemos encontrar en las redes habituales de IP. Desafortunadamente, en los esquemas iniciales y en diseños de hardware para voz, software y protocolos, la seguridad no es su punto fuerte.

Internet, generalmente es poco confiable para transportar voz de alta calidad telefónica, porque los actuales protocolos TCP/IP no proveen reservas de ancho de banda ni garantizan la calidad del servicio. Por consiguiente, la calidad de las llamadas sobre IP serán adversamente afectadas por la congestión de la red que origina que los paquetes se tarden o se pierdan. Un ambiente como una red pública Internet, está marcada por una incontrolable y dramática fluctuación de carga, razón por la cual no puede garantizar una conexión de voz aceptable.

La encriptación es la única manera de prevenirse de un ataque, desafortunadamente se consume ancho de banda. Existen múltiples métodos de encriptación: VPN (virtual personal network), SRTP (secure RTP). La clave, de cualquier forma, es elegir un algoritmo de encriptación rápido, eficiente, y emplear un procesador dedicado de encriptación. Otra opción podría ser QoS (quality of service); los requerimientos para QoS asegurarán que la voz se maneja siempre de manera oportuna, reduciendo la pérdida de calidad.

Estas limitaciones de los servicios de voz basados en IP (VoIP), están siendo solucionadas por nuevos protocolos que proveen diferentes clases de servicios o prioridades de paquetes y la habilidad de reservar ancho de banda a través de la red para la duración de una llamada telefónica. Nuevos protocolos para tráfico, otorgan la habilidad, no sólo de destinar ancho de banda por prioridad de paquetes, sino que también dan preferencia al procesamiento de los mismos dentro de los límites del enrutador (enrutador), de manera que los paquetes de alta prioridad son procesados primero. Estas mejoras a los algoritmos y protocolos en los enrutadores y conmutadores están reduciendo la tenencia y la pérdida de paquetes para lograr una mejor calidad de servicio, y estos avances han comenzado a permitir a los proveedores de servicios de VoIP encontrar los estándares necesarios para servicios de voz.

Es preciso tener en cuenta la certeza de todos los elementos que componen la red VoIP: servidores de llamadas, enrutador, switches, centros de trabajo y teléfonos. Se necesita configurar cada uno de esos dispositivos para asegurarse de que están en línea con las demandas en términos de seguridad. Los servidores pueden tener pequeñas funciones trabajando y sólo abiertos los puertos que sean realmente necesarios. Los enrutador y switches deben estar configurados adecuadamente, con acceso a las listas de control y a los filtros. Todos los dispositivos deben estar actualizados. Se trata del mismo tipo de precauciones que es necesario tomar cuando se añaden nuevos elementos a la red de datos; únicamente habrá que extender este proceso a la porción que le compete a la red VoIP.

Es posible emplear un firewall y un IDS (intrusion detection system) para ayudar a proteger la red de voz. Los firewalls de VoIP son complicados de manejar y tienen múltiples requerimientos. Los servidores de llamada están constantemente abriendo y cerrando puertos para las nuevas conexiones. Este elemento dinámico hace que su manejo sea más complicado. No obstante, el costo es equiparable la cantidad de beneficios. Se debe prestar especial atención al perfeccionamiento los controles de acceso. Un IDS puede monitorizar la red para detectar cualquier anomalía en el servicio o un abuso potencial. Las advertencias son una clave para prevenir los ataques posteriores.

Sin embargo, las redes privadas basadas en IP ya pueden proporcionar alta calidad de servicios de voz. Adicionalmente al uso de las capacidades de la red, planeando y activando el manejo de las cargas para evitar la congestión, estas redes pueden aprovechar las ventajas de las mejoras realizadas a los protocolos TCP/IP, que permiten asignar altas prioridades para tráfico en tiempo real (como la voz) a diferencia de la rata tradicional.

Las redes de conmutación por paquetes pueden transportar llamadas de voz eficientemente, utilizando un ancho de banda de 8 kbps que provee de alta calidad telefónica, comparadas a las redes de conmutación de circuitos (tradicionales) que hacen uso de un ancho de banda de 64 kbps. Además, los costos de infraestructura, asociados a la implementación de redes de conmutación por paquetes, son mucho más bajos que las alternativas tradicionales. Como resultado, nuevos proveedores de servicios telefónicos, están utilizando cada vez más este tipo de arquitecturas.

### 3.4.3. Hardware.



Figura 8.

#### 3.4.4. Escenarios de la voz IP en servicios de telefonía.

Deben distinguirse dos escenarios de aplicación de la voz IP en servicios de telefonía. El primero es cuando la voz IP es transportada a través de redes privadas empresariales y el segundo, cuando la red de transporte usada entre los dos extremos de la conversación es Internet. En el primer caso, esta se considera voz viajando sobre el protocolo IP, mas no en Internet este último caso es cuando hablamos de telefonía por Internet. La diferencia entre los dos escenarios no son únicamente el medio de transporte sino también las posibilidades de establecer mecanismos de control de calidad que garanticen la misma calidad en todo momento.

Los mecanismos y las técnicas aplicadas en ambos casos son diferentes pero los niveles de calidad que se consiguen son muy similares y, en algunos casos, superiores a la telefonía convencional. Por ejemplo, los proveedores de servicio que utilizan Internet como una red de transporte para voz IP usan una técnica a partir de software que evita que los puntos de congestión causen pérdidas de calidad. Cuando se trata de transportar la voz IP a través de redes privadas hay medios más simples y efectivos que aseguran que los paquetes de voz se dirigen a cada uno de los dispositivos de la red antes que los datos y así, se evitan potenciales atrasos en caso de saturación de la red.

##### 3.4.4.1.Llamadas teléfono a teléfono.

En este caso tanto el origen como el destino necesitan ponerse en contacto con un gateway. supongamos que el teléfono a descuelga y solicita efectuar una llamada a b, el gateway de a solicita información al gatekeeper sobre como alcanzar a b, y éste le responde con la dirección IP del gateway que da servicio a b, entonces el gateway de a convierte la señal analógica del teléfono a en un caudal de paquetes IP que encamina hacia el gateway de b, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono b. fijos como el gateway de b se encarga de enviar la señal analógica al teléfono b. Por tanto tenemos una comunicación telefónica convencional entre el teléfono a y el gateway que le da servicio (gateway a), una comunicación de datos a través de una red IP, entre el gateway a y el b, y una comunicación telefónica convencional entre el gateway que da servicio al teléfono b (gateway b), y éste. Es decir, dos llamadas telefónicas convencionales, y una comunicación IP. Si las dos primeras son metropolitanas, que es lo normal, el margen con respecto a una llamada telefónica convencional de larga distancia o internacional, es muy grande.

#### 3.4.4.2.Llamadas PC a teléfono ó viceversa.

En este caso sólo un extremo necesita ponerse en contacto con un gateway. El PC debe contar con una aplicación que sea capaz de establecer y mantener una llamada telefónica. supongamos que un ordenador a trata de llamar a un teléfono b. en primer lugar la aplicación telefónica de a ha de solicitar información al gatekeeper, que le proporcionará la dirección IP del gateway que da servicio a b. entonces la aplicación telefónica de a establece una conexión de datos, a través de la red IP, con el gateway de b, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono b. fijos como el gateway de b se encarga de enviar la señal analógica al teléfono b.

Por tanto tenemos una comunicación de datos a través de una red IP, entre el ordenador a y el gateway de b, y una comunicación telefónica convencional entre el gateway que da servicio al teléfono b (gateway b), y éste. Es decir, una llamada telefónica convencional, y una comunicación IP. Si la primera es metropolitana, que es lo normal, el margen con respecto a una llamada telefónica convencional de larga distancia o internacional, es muy grande.

#### 3.4.4.3.Llamadas PC a PC.

En este caso la cosa cambia. Ambos ordenadores sólo necesitan tener instalada la misma aplicación encargada de gestionar la llamada telefónica, y estar conectados a la red IP, Internet generalmente, para poder efectuar una llamada IP. Al fin y al cabo es como cualquier otra aplicación Internet, por ejemplo un Chat.

#### 3.4.5. Actores de la telefonía IP.

En primer lugar tenemos al proveedor de servicios de telefonía por Internet (PSTI, o ISTP en inglés). Proporciona servicio a un usuario conectado a Internet que quiere mantener una comunicación con un teléfono convencional, es decir, llamadas PC a teléfono. Cuenta con gateways conectados a la red telefónica en diversos puntos por una parte, y a su propia red IP por otra. Cuando un usuario de PC solicita llamar a un teléfono normal, su red IP se hace cargo de llevar la comunicación hasta el gateway que da servicio al teléfono de destino. Esto significa que para que los usuarios de PC de un PSTI puedan llamar a muchos países, éste necesita tener una gran cantidad de gateways. ¿O no? Pues no, conforme se van extendiendo los PSTI por todo el mundo, lo que se hace es establecer acuerdos económicos con otros PSTI, para intercambiar llamadas IP. Tú finalizas las llamadas que originan mis usuarios, y que tengan como destino teléfonos que tus gateways cubren de forma local, y viceversa. En vez de llevar a cabo estos acuerdos bilaterales, lo que se suele hacer es trabajar con intermediarios, que tienen acuerdos con PSTI's de todo el mundo. Estos intermediarios son conocidos como proveedores de servicios de clearinghouse (PSC, o CSP en inglés).

Ejemplos de los anteriores son peoplecalls, dellathree, net2phone, wowring y phonefree, todos ellos PSTN, e itxc, IPvoice, kpnqwest y ntl, todos ellos PSC's. go2call.com ayuda a comparar precios entre PSTN's.

#### 3.4.6. Operadores.

Con lo visto, no parece descabellado asegurar que el futuro de la telefonía pasa por las redes IP. Entonces, ¿qué pasa con los operadores tradicionales? tranquilos, no les pasará nada, a no ser que no se den cuenta de que la telefonía IP no es su competidor, sino su aliado. La mayoría de ellos han puesto en marcha proyectos de telefonía IP, y el que no lo haya hecho ya se puede dar prisa. Por el contrario existen nuevos operadores, que desde sus inicios han apostado fuerte por esta tecnología, y cuyo crecimiento está asegurado.

Todos los estudios al respecto dan como imparable el desarrollo de la telefonía IP, y ya se hacen apuestas sobre cuando el número de minutos de comunicaciones vocales cursadas por redes IP superará a los cursados por las redes tradicionales.

#### 3.4.7. Ventajas.

- Es evidente que el hecho de tener una red en vez de dos, es beneficioso para cualquier operador que ofrezca ambos servicios, véase gastos inferiores de mantenimiento, personal cualificado en una sola tecnología.
- Realmente se trata de una solución verdaderamente fantástica. facturas de teléfono muy bajas, oficinas virtuales, dirección centralizada y un rápido despliegue, son sólo algunos de sus muchos beneficios. el éxito de algunas grandes compañías combinado con el crecimiento de las redes wireless, puede mover esta tecnología desde las empresas a los pequeños negocios y a todo el mercado en general.
- Como si el ahorro de ancho de banda no fuera suficiente, el despliegue de la voz sobre IP reduce el costo y mejora la escalabilidad empleando componentes de redes de datos estándares (enrutador, switches...), en vez de los caros o complicados switches para teléfonos. ahora el mismo equipo que dirige las redes de datos puede manejar una red de voz.
- VoIP posibilita desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.
- La telefonía IP no requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que toma la conversación, por lo tanto, los recursos que intervienen en la realización de una llamada pueden ser utilizados en otra cuando se produce un silencio, lo que implica un uso más eficiente de los mismos.

- Las redes de conmutación por paquetes proveen alta calidad telefónica utilizando un ancho de banda menor que el de la telefonía clásica, ya que los algoritmos de compresión pueden reducir hasta 8kbps la tasa para digitalización de la voz produciendo un desmejoramiento en la calidad de la misma apenas perceptible.

#### 3.4.8. Desventajas.

- Transportan la información dividida en paquetes, por lo que una conexión suele consistir en la transmisión de más de un paquete, estos paquetes pueden perderse, y además no hay una garantía sobre el tiempo que tardarán en llegar de un extremo al otro de la comunicación.
- El aspecto de seguridad es muy relevante como ya se explicó anteriormente.
- Se cambia confiabilidad por velocidad.
- Finalmente, tenemos que resaltar que así como PSTN, VoIP no puede prestar servicio a todos sus clientes (por ejemplo, una llamada GSM no puede manejar más de algunos cientos o un par de miles de clientes).
- Por ahora, el servicio está restringido a redes privadas (y en consecuencia a pocos usuarios), ya que en un ambiente como una red pública Internet, los niveles de calidad telefónica son bajos pues tal red no puede proveer anchos de banda reservados ni controlar la dramática fluctuación de carga que se presenta.
- El control de congestión de TCP hace reducir la ventana de transmisión cuando detecta pérdida de paquetes, y el audio y el video son aplicaciones cuya tasa de transferencia no permite disminuciones de este tipo en la ventana de transmisión.

## 4. METODOLOGÍA GENERAL

### ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN

De acuerdo a lo anteriormente planteado y explicado sobre la telefonía VoIP en los requerimientos de una red para soportar VoIP se deben mencionar aspectos importantes que se deben tener en cuenta para la red IP para implantar este servicio en tiempo real, manejar peticiones DSCP que es un protocolo de QoS Modular (Per hop behavior).

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 vídeo y Gateway telefónica puedan operar en conjunto en todas sus características.

La topología del proyecto consiste en conectar los routers entre si dejando a uno de ellos central que es por el cual se va a controlar el flujo de llamadas, esto permitirá el control centralizado de las llamadas así como el control de uso del ancho de banda.

Si cualquier sede requiere llamar a un cliente de otra ciudad este se comunica a la ciudad directamente y luego pasa a la PSTN local donde el cobro de esta se genera localmente sin cobros adicionales de larga distancia nacional.

### TOPOLOGIA PROPUESTA PARA VoIP

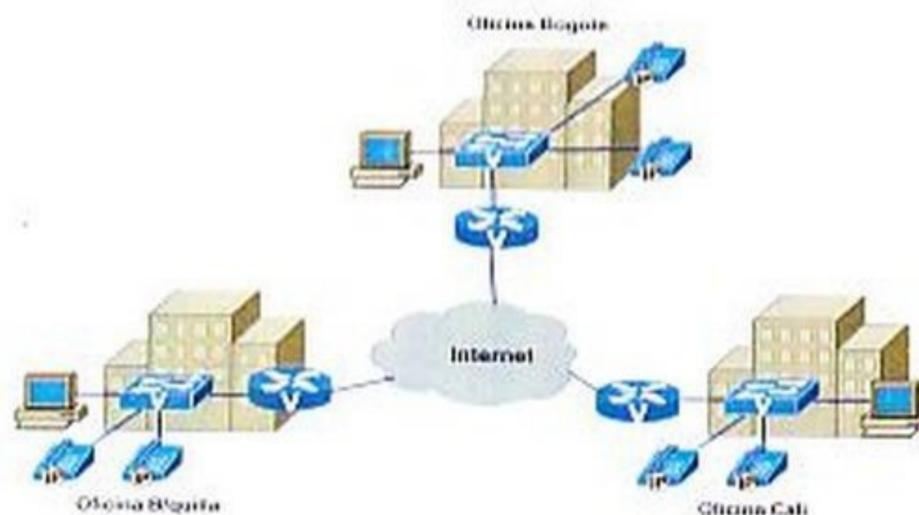


Figura 9.

## 4.2. CÁLCULOS ERLANG BOGOTÁ:

Densidad de tráfico medido cada 5 minutos entre las 9:00 a.m. hasta las 10:00 a.m.

Hora	Duración de Llamada	
09:01 a.m.	2,5	Tiempo de Llamada
09:02 a.m.	8,25	Tiempo de Llamada
09:03 a.m.	5,40	Tiempo de Llamada
09:10 a.m.	7,45	Tiempo de Llamada
09:18 a.m.	8,20	Tiempo de Llamada
09:20 a.m.	9,58	Tiempo de Llamada
09:27 a.m.	12,15	Tiempo de Llamada
09:37 a.m.	10,02	Tiempo de Llamada
09:48 a.m.	5,12	Tiempo de Llamada
09:53 a.m.	4,23	Tiempo de Llamada

Tabla 7.

$$A = \frac{\text{Total Tiempo de Llamada}}{\text{Tiempo de muestreo}} \Rightarrow \frac{72.9 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} \Rightarrow 1.215$$

Entonces tenemos que:

$$A = 1.215 \text{ erlang}$$

Si  $B$  es igual a la probabilidad de pérdida. Y queremos que esta pérdida sea baja, decimos que:

$$B = 0.01\%$$

Entonces según la tabla de pérdida de erlang lo ideal en el número de líneas para la oficina principal Bogotá es de:

$$N = 5 \text{ líneas}$$

### Ancho de Banda

$BW \Rightarrow$  (ethernet, codec G 729, Sample Size 40Bytes, Codec Speed 8 Kbps)

$$BW = \frac{(1.2 \text{ header} + IP + UDP + RTP + \text{Sample Size}) * \text{Codec Speed}}{\text{Sample Size}}$$

$$BW = \frac{(18 \text{ bytes} + 20 \text{ bytes} + 8 \text{ bytes} + 12 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes}) * 8000 \text{ bps}}{40 \text{ bytes}}$$

$$BW = 19.600 \text{ bps} \Rightarrow 19.6 \text{ Kbps}$$

$$BW * \text{No. de llamadas en Bogotá} \Rightarrow BW = 19.6 \text{ Kbps} * 10 \Rightarrow 196 \text{ Kbps}$$

### 4.3. CÁLCULOS ERLANG CALI:

Densidad de tráfico medido cada 5 minutos entre las 9:00 a.m. hasta las 10:00 a.m.

Hora	Duración de Llamada
09:05 a.m.	3,49 Tiempo de Llamada
09:08 a.m.	5,47 Tiempo de Llamada
09:14 a.m.	6,50 Tiempo de Llamada
09:23 a.m.	2,51 Tiempo de Llamada
09:31 a.m.	7,45 Tiempo de Llamada
09:38 a.m.	4,18 Tiempo de Llamada
09:47 a.m.	10,23 Tiempo de Llamada
09:54 a.m.	8,07 Tiempo de Llamada

Tabla 8.

$$A = \frac{\text{Total Tiempo de Llamada}}{\text{Tiempo de muestreo}} \Rightarrow \frac{47.9 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} \Rightarrow 0.798333$$

Entonces tenemos que:

$$A = 0.798333 \text{ erlang}$$

Si B es igual a la probabilidad de pérdida. Y queremos que esta pérdida sea baja, decimos que:

$$B = 0.01\%$$

Entonces según la tabla de pérdida de erlang lo ideal en el número de líneas para la oficina principal Bogotá es de:

$$N = 4 \text{ líneas}$$

#### Ancho de Banda

BW => (ethernet, codec G 729, Sample Size 40Bytes, Codec Speed 8 Kbps)

$$BW = \frac{(\text{L2 header} + \text{IP} + \text{UDP} + \text{RTP} + \text{Sample Size}) * \text{Codec Speed}}{\text{Sample Size}}$$

$$BW = \frac{(18 \text{ bytes} + 20 \text{ bytes} + 8 \text{ bytes} + 12 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes}) * 8000 \text{ bps}}{40 \text{ bytes}}$$

$$BW = 19.600 \text{ bps} \Rightarrow 19.6 \text{ Kbps Decimos que:}$$

$$BW * \text{No. de llamadas en Bogota} \Rightarrow BW = 19.6 \text{ Kbps} * 8 \Rightarrow 156.8 \text{ Kbps}$$

#### 4.4. CÁLCULOS ERLANG BARRANQUILLA:

Densidad de tráfico medido cada 5 minutos entre las 9:00 a.m. hasta las 10:00 a.m.

Hora	Duración de Llamada
09:08 a.m.	3,47 Tiempo de Llamada
09:15 a.m.	4,09 Tiempo de Llamada
09:27 a.m.	3,33 Tiempo de Llamada
09:34 a.m.	5,21 Tiempo de Llamada
09:47 a.m.	6,04 Tiempo de Llamada
09:56 a.m.	2,58 Tiempo de Llamada

Tabla 9.

$$A = \frac{\text{Total Tiempo de Llamada}}{\text{Tiempo de muestreo}} \Rightarrow \frac{24.72 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} \Rightarrow 0.412$$

Entonces tenemos que:

$$A = 0.412 \text{ erlang}$$

Si **B** es igual a la probabilidad de pérdida. Y queremos que esta pérdida sea baja, decimos que:

$$B = 0.01\%$$

Entonces según la tabla de pérdida de erlang lo ideal en el número de líneas para la oficina principal Bogotá es de:

$$N = 3 \text{ líneas}$$

#### Ancho de Banda

BW => (ethernet, codec G.729, Sample Size 40Bytes, Codec Speed 8 Kbps)

$$BW = \frac{\text{(L2 header + IP + UDP + RTP + Sample Size)} * \text{Codec Speed}}{\text{Sample Size}}$$

$$BW = \frac{(18 \text{ bytes} + 20 \text{ bytes} + 8 \text{ bytes} + 12 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes}) * 8000 \text{ bps}}{40 \text{ bytes}}$$

$$BW = 19.600 \text{ bps} \Rightarrow 19.6 \text{ Kbps}$$
 Decimos que:

$$BW * \text{No. de llamadas en Bogota} \Rightarrow BW = 19.6 \text{ Kbps} * 6 \Rightarrow 117.6 \text{ Kbps}$$

#### 4.5. COMPARATIVOS Y RETORNO DE LA INVERSIÓN

El Internet es uno de los medios de comunicación más económicos hasta el momento, esto se debe principalmente a la convergencia e infinidad de posibilidades que ofrece la tecnología IP, las tarifas varían de acuerdo a los proveedores y planes establecidos por los mismos, a continuación se da un estimado de ahorro en centavos de dólar.

Cuadro comparativo de COSTOS usando servicios VOIP (valores estimados según promedio de costos de los proveedores)			
Llamadas . . .	Telefónica	Sistema VOIP	Ahorro
Llamadas interurbanas: Más de 30 hasta 50 Km.	\$ 0,27	\$ 0,05	83%
Llamadas interurbanas: Más de 200 Km.	\$ 0,80	\$ 0,08	90%
Llamadas Internacionales a países limítrofes: a Brasil / Limítrofes	\$ 1,01	\$ 0,08	92%
Llamadas Internacionales: a Estados Unidos (Promocionales)	\$ 0,54	\$ 0,09	83%
Llamadas Internacionales: Tarjetas prepagas de Telefónica	\$ 1,33	\$ 0,09	93%
Llamadas desde TELLE IP a TELLE IP :: Locales o Internacionales	\$ 0,18	Gratis	100%
(*) Precios Por Minutos en Pesos			

Tabla 10.

El retorno de la inversión o ROI, se da de acuerdo a la cantidad de llamadas locales, nacionales e internacionales que se establecieron en los cálculos de Erlang, definidos anteriormente, dando como resultado el siguiente ROI.

##### 4.5.1 Tabla de presupuesto.

ITEM	VALOR
12 Teléfonos IP AVAYA	2.400.000
3 Routers Cisco 2801	12.338.778
Transporte y salidas de campo	1.800.000
Servicios técnicos	3.000.000
Total	<b>19.538.778</b>

Tabla 11.

Número de llamadas promedio por hora	24	Llamadas			
Duración promedio de las llamadas por min	8	Minutos			
Número de horas de trabajo por día	12	Horas			
Número de días laborables por semana	6	Días			
Número de semanas laborables por mes	4	Semanas			
<b>Total de minutos de comunicación por mes</b>	<b>55.296</b>				
Porcentaje de llamadas locales	75%	a	25,00	p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN	
Porcentaje de llamadas de LDN	20%	a	70,00	p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN	
Porcentaje de llamadas de LDI	5%	a	250,00	p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN	
Total de minutos de llamadas locales	41.472				
Total de minutos de llamadas de LDN	11.059				
Total de minutos de llamadas de LDI	2.765				
Cargos de llamadas por PSTN					
Locales			1.036.800,00		
Nacionales			774.144,00		
Internacionales			691.200,00		
<b>Total de cargos por mes via PSTN sin VoIP</b>			<b>2.502.144,00</b>		
Porcentaje estimado de llamadas dentro de la red IP	70%	a	10,00	Costo de las llamadas por la red IP =	7,00
Porcentaje de llamadas por PSTN (locales)	22,5%	a	25,00	Costo de las llamadas por PSTN (local) =	311.040,00
Porcentaje de llamadas por PSTN (Nacionales)	6,0%	a	70,00	Costo de las llamadas por PSTN (LDN) =	232.243,20
Porcentaje de llamadas por PSTN (Internacionales)	1,5%	a	250,00	Costo de las llamadas por PSTN (LDI) =	207.360,00
<b>Total de cargos por mes via PSTN con VoIP</b>			<b>750.650,20</b>		
Ingrese el costo mensual de la IP usada para VoIP (ISP, Servicios, etc.)			750.650,20		
<b>Ahorro en cargos de PSTN por mes con VoIP</b>			<b>1.000.843,60</b>		
Costo estimado de la inversión con telefonos IP marca avaya (Hardware, Software, Telefonos, etc.)			19.538.778,00		
<b>Tiempo necesario para recuperar el costo</b>			<b>20,22</b>	<b>Meses</b>	

Ingrese el número de llamadas promedio por hora 24 Llamadas  
 Ingrese la duración promedio de las llamadas por min 8 Minutos  
 Ingrese el número de horas de trabajo por día 12 Horas  
 Ingrese el número de días laborables por semana 5 Días  
 Ingrese el número de semanas laborables por mes 4 Semanas

**Total de minutos de comunicación por mes 55.296**

Ingrese el porcentaje de llamadas locales 75% @ 25,00 p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN  
 Ingrese el porcentaje de llamadas de LDN 20% @ 70,00 p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN  
 Ingrese el porcentaje de llamadas de LDI 5% @ 230,00 p/min. para llamados via su actual carrier de PSTN

Total de minutos de llamadas locales 41.472  
 Total de minutos de llamadas de LDN 11.059  
 Total de minutos de llamadas de LDI 2.765

Cargos de llamadas por PSTN  
 Locales 1036800,00  
 Nacionales 774144,00  
 Internacionales 691200,00

**Total de cargos por mes via PSTN sin VoIP 2502144,00**

Porcentaje estimado de llamadas dentro de la red IP 70% @ 10,00  
 Porcentaje de llamadas por PSTN (locales) 22,5% @ 25,00  
 Porcentaje de llamadas por PSTN (Nacionales) 6,0% @ 70,00  
 Porcentaje de llamadas por PSTN (Internacionales) 1,5% @ 230,00

Costo de las llamadas por la red IP = 7,00  
 Costo de las llamadas por PSTN (Local) = 311040,00  
 Costo de las llamadas por PSTN (LDN) = 232243,20  
 Costo de las llamadas por PSTN (LDI) = 207360,00

**Total de cargos por mes via PSTN con VoIP 750650,20**

Ingrese el costo mensual de la IP usada para VoIP (ISP, Servicios, etc.) 750650,20

**Ahorro en cargos de PSTN por mes con VoIP 1000843,60**

Costo estimado de la inversión sin telefonos IP (Hardware, Software, Telefonos, etc.) 1713678,00

**Tiempo necesario para recuperar el costo 17,12 Meses**

## 5. PLAN DE TRABAJO

### 5.1. Funcionamiento del sistema.

La gran gama de equipos que se encuentran en el mercado es diversa y alguna compleja, la empresa Enésima Ltda. tomo la decisión de adquirir equipos que cumpliera con todas las expectativas que se tienen frente a este proyecto, pero principalmente se toma la decisión de adquirir equipos CISCO, que en el mercado son uno de los mas costos, tenían todo el respaldo y garantía que la empresa busca. El modelo escogido para la implementación de este proyecto fue de la familia 2800, que tiene la suficiente robustez y proyección de crecimiento a un largo plazo para la empresa.

Este equipo les ofrece las facilidades e integración con los sistemas actualmente implementados en la red de datos que poseen en cada una de las sucursales, así como una gran gama de pasividades como la implementación del AutoAtendant, aplicativo que le da colaboración en el recibo de llamadas, así como en la mensajería y convergencia con las herramientas de correo.

Los equipos estarán interconectados a la red de Internet, para la comunicación entre ellos, configurado cada uno para tal fin, y entregado al cliente con el manejo y funciones básicas instaladas, se entregara con las pruebas correspondientes tanto físicas como lógicas.

### 5.2. Interconexiones.

Se interconectarán las tres ciudades Bogotá, Cali y Barranquilla, cada una con un equipo cisco 2801, para la integración de routers de telefonía a través de la red LAN, en cada una se configurara, el software AutoAtendant, para el ingreso de las llamadas locales, este también les permite sacar reportes de las llamadas realizadas con todos los datos necesarios

## 6. CRONOGRAMA

### 6.1. PLAN DE ACTIVIDADES

La entrega del proyecto esta dividida en tres partes la primera es la instalación. Es en esta primera etapa del proyecto donde instalaremos los routers en sus respectivas sucursales con su debida programación para su buen funcionamiento entre si.

Esta primera etapa estaría comenzando el día 13 de agosto 2007. A partir de esta fecha nos llevaría tres semanas de instalación la cual terminaría el día 1 de septiembre 2007, la primera etapa del proyecto.

La segunda etapa consiste en hacer dos semanas de pruebas tanto físicas como de programación en la sede de Bogotá ya que es esta la central en nuestro sistema de comunicación. Esta etapa esta prevista en iniciar el día 3 de septiembre 2007 y terminaría el día 17 de septiembre 2007.

La tercera etapa consiste en la capacitación y adecuado manejo de los equipos en cada una de las sucursales de esta empresa, en este ultimo proceso tenemos estimado 2 semanas llegando así a la entrega total del producto prevista para el 1 de octubre 2007.

Actividad	Entrega total de la implementación			
	Mes 1 (08/2007)			
Semana	1	2	3	4
Actividad	Instalación de equipos			
	Mes 2 (09/2007)			
Semana	1	2	3	4
Actividad	Pruebas de la instalación / capacitación de manejo de equipos			
	Mes 3 (10/2007)			
Semana	1	2	3	4

Tabla 13.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es apoyar y colaborar a muchos de los microempresarios y pequeños comerciantes, que por la cantidad de clientes e inventario que manejan y poseen, no cuentan con las herramientas que les facilite el acceso y control de los medios multimedia como son video, voz y datos.

En el mercado se encuentran muchas empresas que proveen y realizan instalaciones de VoIP las cuales ayudan al control y análisis del negocio, así como a reducir sus costos operacionales, pero las barreras que se presentan con este tipo de empresas son los costos elevados y la sub utilización de los componentes de redes que se poseen o tienen instalados.

Analizando todos los aspectos económicos y legales que se derivan de este tipo de economías, se quiso realizar algo bastante sencillo, manejable y amigable para el usuario final que cumpla con todos los requisitos y expectativas que este tipo de empresarios buscan para el manejo, control y reducción de costos en las llamadas de su negocio o microempresa, así como aumentar la productividad y mejora de los procesos internos y externos.

## FUENTES

ATELIN,P./DORDOIGNE,J. TCP/IP Y PROTOCOLOS DE INTERNET.  
ENI EDICIONES

José Luis Raya; Laura Raya González, Intranets y tcp/ip con microsoft windows  
server 2003. Editorial Ra-ma

Manual para la elaboración de trabajos escritos. Corporación Universitaria  
UNITEC. 2006.

Sidney Feit TCP/IP. ARQUITECTURA, PROTOCOLOS E IMPLEMENTACIÓN  
Editorial McGraw-Hill

TCP/IP JUMPSTART, 2ND EDITION  
Editorial SYBEX

Wilensky, Marshall; Leiden, Candace. TCP/IP FOR DUMMIES  
Wiley John + Sons