



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIO, ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP, EN UNA
PYME**

Edgar Antonio Estrada Archila

Asesorado por el Ing. MsEE. PhD. Enrique Edmundo Ruiz Carballo

Guatemala, enero de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO, ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP, EN UNA
PYME**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDGAR ANTONIO ESTRADA ARCHILA

ASESORADO POR EL ING. MsEE. PhD. ENRIQUE EDMUNDO RUIZ
CARBALLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO, ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP, EN UNA PYME,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 13 de julio de 2007.

Edgar Antonio Estrada Archila

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 19 de septiembre 2008.

Ingeniero
Coordinador Area de Electrotecnia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Estimado Ingeniero:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado:
ESTUDIO, ANALISIS Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONIA IP EN UNA PYME, elaborado por el estudiante Edgar Antonio Estrada Archila.

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,



Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 7 de OCTUBRE 2008.

Señor Director
Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
ESTUDIO, ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP EN UNA
PYME, del estudiante: Edgar Antonio Estrada Archila, que cumple
con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Juan César Solares Peñate
Coordinador Área de Electrónica



JCSP/sro

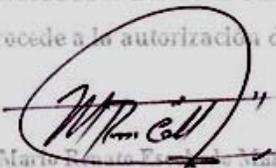
Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (IRHS), Posgrado Maestría en Sistemas Marítimos Construcción y Mantenimiento Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemáticas, Licenciatura en Física. Centros de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante: Edgar Antonio Estrada Archila, titulado: ESTUDIO, ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP EN UNA PYME, procede a la autorización del mismo.


Ing. Mario Roberto Escobar Martínez

DIRECTOR



GUATEMALA, 11 DE OCTUBRE 2009.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 010.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO, ANALISIS Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP, EN UNA PYME**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Antonio Estrada Archila**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, enero de 2009

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por permitirme cumplir esta meta que solo con su bendición y ayuda fue posible realizarla.

La Virgen María Auxiliadora

Por interceder ante Dios y protegerme en cada actividad hecha en mi vida.

Mis padres

Edgar Estrada Morales y Luz Leticia Archila, por su esfuerzo y ayuda para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTOS A

Mi amigo	Edgar García, por ser como un padre y guiarme en el camino de la vida.
La Licda. Noemí Ruiz	Por ser un ejemplo y guía a lo largo de mi vida.
La familia Guillen Galván	Por permitirme compartir tantos momentos de amistad y hacerme sentir parte de dicha familia.
Mis amigos	Todas aquellas personas que han compartido conmigo momentos de alegría y tristeza en mi vida.
Mi asesor	Ing. Enrique Ruiz, por su apoyo y asesoría brindada.
Mi familia	Por su apoyo moral.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. INTERNET Y REDES IP	1
1.1 Internet	1
1.2 Servicios presentes en Internet	2
1.3 Redes LAN y WAN	3
1.3.1 Modelo de referencia OSI	7
1.3.2 Introducción a TCP/IP	10
1.3.3 Arquitectura TCP/IP	12
1.3.3.1 Capa de acceso a la red	13
1.3.3.2 Capa de internet	15
1.3.3.3 Capa de transporte	16
1.3.3.4 Capa de proceso / aplicación	17
1.3.4 Hardware para TCP/IP	18
1.3.4.1 Switch	19
1.3.4.2 Router	20
1.3.4.3 Firewall	21
1.4 Redes de siguiente generación (NGN)	21
1.5 Internet de siguiente generación (NGI)	23

2. RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)	25
2.1 Historia de la telefonía alámbrica	25
2.1.1 Partes de una red PSTN	27
2.1.1.1 Switch	27
2.1.1.2 Transmisión	28
2.1.1.3 Planta externa	29
2.2 Operadores telefónicos internacionales	30
2.2.1 Servicios prestados	31
2.3 Operadores telefónicos en Guatemala	32
2.3.1 Servicios locales prestados	33
3. TELEFONÍA IP	35
3.1 Introducción a telefonía IP	34
3.2 Estándar H.323	36
3.2.1 Protocolos que conforman el estándar H.323	37
3.2.2 Señalización	38
3.2.2.1 Protocolo H. 225	38
3.2.2.2 Protocolo H. 245	40
3.2.3 Compresión de voz	45
3.2.3.1 Protocolo G. 711	45
3.2.3.2 Protocolo G. 723.1	48
3.2.3.3 Protocolo G. 729	51
3.2.4 Transporte de voz	53
3.2.4.1 UDP	53
3.2.4.2 RTP	54
3.3 Hardware para telefonía IP	58
3.3.1 Teléfonos IP	58
3.3.2 Gateways	59
3.3.3 Gatekeeper	61

3.3.4	PBX	63
3.4	Estándar SIP	65
4.	ACTUALIDAD ECONÓMICA Y MERCADOLÓGICA	
	DE TELEFONIA IP	69
4.1	Mercado de servicios de telefonía IP para PYMES	69
4.2	Negocios sobre telefonía IP para PYMES	72
4.3	Futuro de la telefonía IP en PYMES guatemaltecas	76
5.	PROPUESTA Y DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONÍA IP,	
	EN UNA PYME	81
5.1	Análisis sobre las necesidades para implementar telefonía IP en una PYME	81
5.2	Análisis sobre la infraestructura de red y telefonía en la PYME	85
5.3	Rediseño de la infraestructura de telecomunicaciones para telefonía IP, en la PYME	90
5.4	Pasos y propuesta para la implementación de una red de telefonía IP, en una PYME	94
5.5	Mantenimiento y supervisión de la solución de la telefonía IP	97
	CONCLUSIONES	99
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Red de área local	5
2. Topologías de una red LAN	6
3. Red de área amplia	7
4. Switch	19
5. Protocolo H.323 recomendación H.225	40
6. Diagrama de bloques para codificador	50
7. Diagrama de bloques para decodificador	51
8. Encabezado de un paquete RTP	55
9. Opciones de conexión para Gateways	61
10. Transit delay	85
11. Jitter	86
12. Entorno VoIP en una red LAN	88
13. Entorno VoIP en una red WAN	89
14. Diagrama propuesto para una red de telefonía IP	94

TABLAS

I. Impacto contra retardo	86
II. Ancho de banda acorde al códec utilizado	90

GLOSARIO

Ancho de Banda	Cantidad de bits que pueden viajar por un medio de forma que mientras mayor sea el ancho de banda más rápido se obtendrá la información.
Canal	Cantidad de bits que pueden viajar por un medio de forma que mientras mayor sea el ancho de banda más rápido se obtendrá la información
Capa	Distintos niveles de estructura de paquete o de enlace utilizados en los protocolos.
Dirección IP	Es la identificación de un dispositivo de red.
Enlace	Comunicación punto a punto a través de un medio físico o inalámbrico.
Firewall	Es un dispositivo de seguridad perimetral que permite el filtrado de paquetes IP.
IEEE	Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos.

ITU	Unión internacional de telecomunicaciones.
LAN	Red de área local.
OSI	Interconexión de sistemas abiertos y consiste en un modelo propuesto por la ISO, que define las capas de un sistema de red.
Paquetes	Encapsulamiento de la información que viajara en la red IP.
PYME	Pequeña y mediana empresa, que maneja un volumen no muy grande de ventas y producción.
PBX	Private Branch Exchange, por sus siglas en inglés. Central telefónica y su función principal es conmutar entre 2 comunicaciones de voz.
QOS	Calidad de servicio y son aquellas técnicas que permite hacer la diferenciación entre paquetes de voz y datos.
Router	Equipo de capaz de encaminar paquetes de voz y datos entre segmentos de redes IP.

Switch	Un Switch es un dispositivo de red que es capaz de buscar y seleccionar el camino correcto para enviar una serie de datos a su próximo destino.
TCP	Protocolo de control de transmisión, definido por la capa 4 del modelo de referencia OSI.
TDM	Multiplexación por división de tiempo, técnica para modular la voz utilizada por la mayoría de plantas telefónicas.
Teléfono IP	Dispositivo utilizado para modular la voz humana a paquetes de voz y ser procesados por un servidor de comunicaciones.
UDP	Protocolo de datagrama de usuario, definido en la capa 4 del modelo de referencia OSI.
VoIP	Voz sobre IP, técnica para transportar la voz humana sobre una red de datos IP.
VLAN	Virtual LAN, segmentación física y lógica de una red de datos.

RESUMEN

En la telefonía IP el cambio fundamental se produce en la red por donde se transporta la voz; ahora esta tarea es llevada a cabo por una red basada en el protocolo IP, de conmutación de paquetes, no por una red de conmutación por circuitos.

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas telefónicas a través de una red IP dependen en gran medida del dispositivo que convierta la voz humana en paquetes de datos y qué terminales se utiliza en ambos extremos de la conversación.

Para una PYME una de las preguntas obligatorias es si debe migrar a un entorno de comunicaciones totalmente IP o continuar con su actual infraestructura y dejar de gozar de todos los beneficios que posee la telefonía IP. Ya sea que sea una migración o una implementación inicial de telefonía IP se necesita tener en cuenta varios factores, como infraestructura tecnológica, costo de la migración no solo en el servidor de comunicaciones, sino en toda la red de datos y herramientas de supervisión que permitan tener un valor de mantenimiento mínimo y amplio margen de desarrollo.

OBJETIVOS

GENERAL

Estudiar y analizar la tecnología necesaria para la implementación de una red de telefonía IP en una PYME. Además proponer un diseño de una red de telefonía IP optimizado al máximo toda aquella tecnología utilizada en VOIP.

ESPECÍFICOS:

1. Estudiar los conceptos básicos sobre redes IP.
2. Estudiar y presentar el funcionamiento de una red telefónica conmutada.
3. Estudiar los equipos y protocolos que conforman a la Telefonía IP.
4. Mostrar la actualidad económica y mercadológica de la Telefonía IP.
5. Presentar un diseño óptimo de telefonía IP para ser implementado en una PYME.
6. Mostrar que la inversión inicial en tecnología para telefonía IP es recuperable para la empresa, representando un ahorro en comunicaciones.

INTRODUCCIÓN

Internet es la interconexión de muchas redes de computadoras, a través del protocolo TCP/IP, el cual provee varios servicios como el correo electrónico, transferencia de archivos y por supuesto la Web, los cuales permiten implementar sistemas de aplicación que dan al usuario un abanico de opciones que día a día multiplican su producción en una empresa.

La necesidad de una PYME por comunicarse con otras empresas ha llevado a los investigadores a crear tecnologías que permiten llevar la voz humana por una red de datos LAN o por Internet, abaratando los costos de comunicación que generalmente son elevados.

La presente investigación describe los elementos que conforman una red de telefonía IP, las tecnologías que se necesitan para implementar un entorno empresarial que permita explotar los beneficios de comunicarse utilizando el protocolo IP. Por último, se presenta una propuesta para realizar un diseño de una red de telefonía IP para una PYME.

1. INTERNET Y REDES IP

1.1 Internet

Internet se inició como un proyecto de defensa de los Estados Unidos. A finales de los años 60, la ARPA (“Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados”) del Departamento de Defensa definió el protocolo TCP/IP. Ahora el TCP/IP sirve para garantizar la transmisión de los paquetes de información entre lugares remotos, siguiendo cualquier ruta disponible. En 1972, ARPAnet comenzó a funcionar como red, sirviendo como base para unir centros de investigación militares y universidades.

A mediados de los ochenta, ARPAnet se había convertido en la espina dorsal de una inter-red que conectaba un amplio número de instituciones educativas y contratistas del Departamento de Defensa, así como la red militar llamada MILnet. Esta extensa red de redes llegó a conocerse como Internet.

Actualmente existe una jerarquía de proveedores de servicio. Proveedores de nivel T-1, como MCI, Sprint y ANS son propietarios de la infraestructura de la espina dorsal y ofrecen acceso a la red. Varios subgrupos de Internet, incluyendo la red Bitnet de educación, tienen espinas dorsales de alta velocidad conectadas a estos puntos de acceso.

Los proveedores de nivel T-2, pagan un impuesto a los proveedores de T-1 para conectarse directamente a un punto de acceso. Finalmente, los proveedores de nivel T-3, pagan para conectar puntos de presencia de T-1 o T-2.

1.2 Servicios presentes en Internet

El Internet presta ciertos servicios que son vitales para el desarrollo de una empresa, usuarios finales y desarrolladores como por ejemplo:

- **El correo electrónico**, o e-mail ha existido desde hace más de dos décadas, antes de 1990 se utilizaba en ambientes académicos. En la década de 1990 se dio a conocer este servicio al público en general y creció a tal punto que el número de mensajes de correo electrónico enviados por día ahora es mayor que el número de cartas enviadas por correo convencional.

Los primeros sistemas de correo electrónico simplemente consistían en protocolos de transferencia de archivos, a medida que paso el tiempo se propusieron sistemas de correo electrónico más elaborados. En 1982, se publicaron las propuestas de correo electrónico de ARPANET como el RFC 821 (“protocolo de transmisión”) y el RFC 822 (“formato de mensaje”). La mayoría de personas se refiere al correo electrónico de Internet como el RFC 822.

- **World Wide Web**, es una estructura de red que facilita el acceso a documentos vinculados y distribuidos en miles de maquinas conectadas a Internet. La Web comenzó en 1989 en el CERN, el Centro Europeo de Investigación Nuclear donde científicos europeos necesitaban intercambiarse información, fotos, planos, informes y otros documentos sobre los experimentos que se estaban efectuando.

La propuesta inicial de una red de que tuviera documentos implícitos surgió del físico del CERN Tim Bernes-Lee en marzo de 1989.

En diciembre de 1991, se realizó la primera demostración pública en la conferencia Hypertext '91 en San Antonio, Texas.

1.3 Redes LAN y WAN

Para realizar la comunicación entre ordenadores debe existir una infraestructura versátil y óptima para realizar dicha tarea, a esta forma de conexión entre sistemas se conoce como redes de computadoras, y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquier usuario de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario.

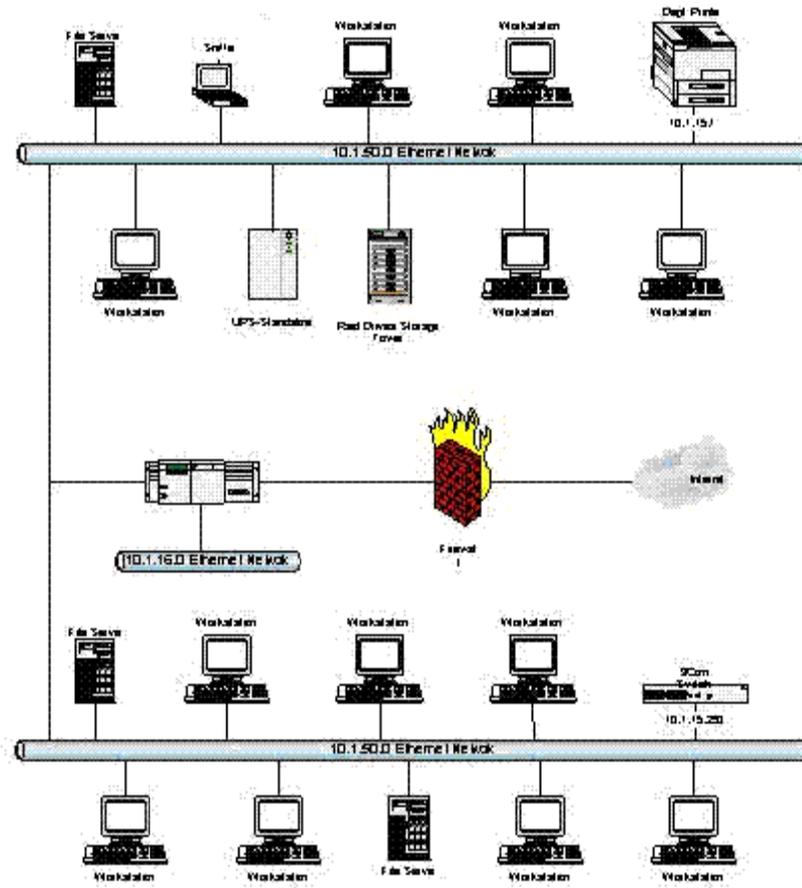
Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Otro objetivo es el ahorro económico, los ordenadores pequeños tienen una mejor relación costo / rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes.

Este objetivo conduce al concepto de redes con varios ordenadores en el mismo edificio. A este tipo de red se le denomina LAN (red de área local), en contraste con lo extenso de una WAN (red de área amplia), a la que también se conoce como red de gran alcance.

Una Red de Área Local es una red de propiedad privada que se encuentra en un solo edificio o en un campus de terreno delimitado, se utilizan para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de empresas y fabricas para compartir recursos e intercambiar información. Las redes de área local son diferentes de otros tipos de redes en tres aspectos: 1) tamaño 2) tecnología de transmisión y 3) topología

Las LANs utilizan tecnología de transmisión, el cual consiste en un cable que están unidas todas las máquinas. La red transmite a una velocidad entre 10 a 100 Mbps, tienen también un retardo bajo en tiempo de respuesta, las LANs más modernas trabajan a velocidades de 1 Gbps.

Figura 1. Red de área local

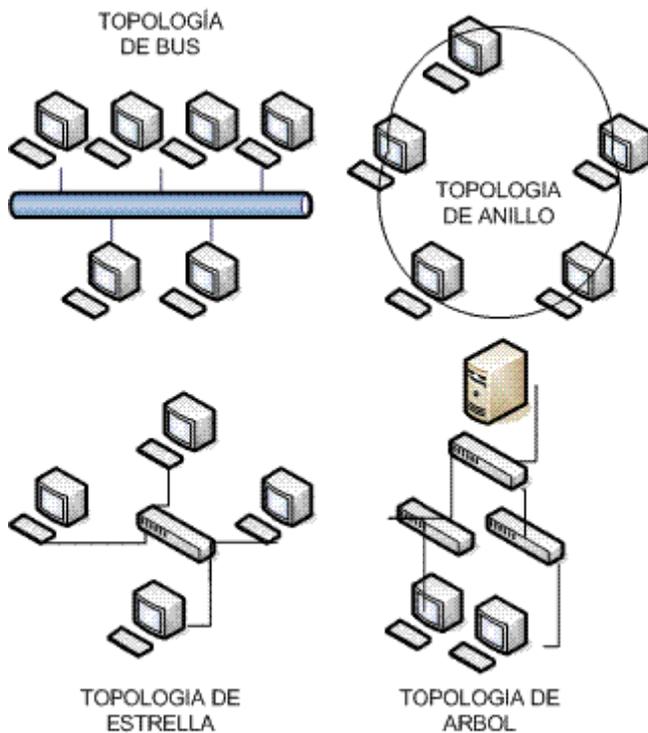


La forma como se construye la red para soportar la comunicación entre dispositivos, está representada por la topología de la red local. Las topologías comúnmente usadas en la construcción de redes de área local son:

- Topología de Anillo
- Topología de Bus

- Topología de Árbol
- Topología de Estrella

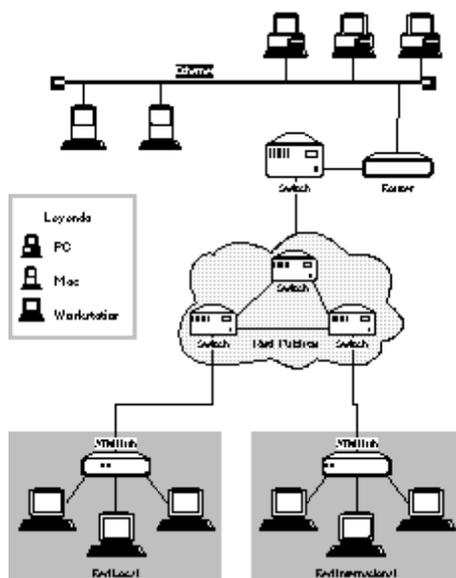
Figura 2. Topologías de una red LAN



La interconexión de áreas amplias es la conexión de múltiples LANs que se encuentran geográficamente separadas. Esta conexión se logra conectando las LANs por servicios, ya sea, telefónicos, líneas dedicadas o enlaces satelitales.

Una red WAN de punto a punto es sin duda la más sencilla, ya que tiene sólo una computadora, una línea de comunicación y una terminal en el otro extremo del cable. El tráfico de banda ancha en una WAN broadcast existe en todas las redes actuales y no es la excepción en las redes virtuales de switches, debido a que no se genera por la tecnología, sino por las aplicaciones mismas que utilizan este tipo de tráfico para enviar o recibir información.

Figura 3. Red de área amplia



1.3.1 Modelo de referencia OSI

La Organización Internacional de Normalización (“ISO”) desarrolló el modelo de referencia OSI a modo de guía para definir un conjunto de protocolos abiertos.

La arquitectura del modelo OSI al igual que el TCP/IP está formado por un conjunto de capas que permiten con mayor facilidad los cambios físicos en una red. Las capas de protocolos del modelo OSI son las siguientes:

- **Capa física:** Comunica directamente con el medio de comunicación y tiene dos funciones, enviar y recibir bits. Esta capa no describe los medios físicos estrictamente hablando, solo describe el modo en que los datos se codifican en señales y las características de interfaz de conexión con el medio.
- **Capa de enlace de datos:** Aquellos dispositivos que pueden comunicarse en una red se les denomina *nodos*. La capa de enlace de datos es responsable de proporcionar la comunicación nodo a nodo en una misma red de área local.
- **Capa de red:** Las redes pueden subdividirse en varios segmentos de red que se denominan *inter-red*. Para poder entregar mensajes en una inter-red, cada red debe estar identificada de manera única por una *dirección de red*. Al recibir un mensaje de las capas superiores, la capa de red añade una cabecera al mensaje que incluye las direcciones de red de origen y destino.
- **Capa de transporte:** Todas las tecnologías de red establecen un tamaño máximo para las tramas que pueden ser enviadas a través de la red. La capa de transporte para el modelo OSI asigna una identificación de punto

de acceso a servicio (“SAP”) a cada paquete, dicha ID es una dirección que identifica el proceso que ha originado el mensaje y a su vez permite que la capa de transporte del nodo receptor encamine el mensaje al proceso adecuado.

- **Capa de sesión:** El control de los diálogos entre distintos nodos es competencia de la capa de sesión. La comunicación se produce en tres formas: *simple*, *semiduplex* y *duplex total*.
- **Capa de presentación:** Es la responsable de presentar los datos a la capa de aplicación, así como también, la encriptación / desencriptación y la compresión / descompresión de datos. La capa de presentación es la que se implementa con menor frecuencia en el modelo OSI.
- **Capa de aplicación:** Proporciona los servicios utilizados por las aplicaciones para que los usuarios se comuniquen a través de la red. Los servicios de esta capa son: *transporte de correo electrónico*, *acceso a archivos remotos*, *ejecución de tareas remotas*, *directorios* y/o *administración de la red*, este conjunto de servicios posee un API (“Interfaz de programa de aplicación”) asociado, y no es más que un conjunto de reglas que permiten que las aplicaciones escritas por los usuarios puedan acceder a los servicios de un sistema de software.

1.3.2 Introducción a TCP/IP

TCP fue desarrollado por el departamento de proyectos avanzados de investigación de la defensa de Estados Unidos (“DARPA, Defense Advanced Research Project Agency”) con el propósito de resolver los problemas de heterogeneidad de las tecnologías de redes de cómputo.

El desarrollo del protocolo inicio en 1969 con la construcción del primer conmutador de paquetes del mundo, Arpanet.

TCP/IP no es solo un protocolo, sino que comprende toda una familia muy completa de diversos protocolos que prestan diversos servicios. Las siglas TCP/IP son por el nombre de dos protocolos: TCP (“Transmisión Control Protocol, Protocolo de transmisión de transmisión”) y el IP (“Internet Protocol, Protocolo de Internet”).

El protocolo TCP/IP se emplea en Internet, y también en redes más pequeñas. Una de las grandes ventajas es que esta familia de protocolos son sistemas abiertos, es decir, que no son propietarios.

La familia de protocolos TCP/IP, comprende los siguientes protocolos:

- IP (Internet Protocol)

- TCP (Transport Control Protocol)
- ARP (Address Resolution Protocol)
- UDP (User Datagram Protocol)
- ICMP (Internet Control Message Protocol)
- FTP (File Transfer Protocol)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- TELNET

El protocolo IP usa direcciones lógicas para identificar a las computadoras que están conectadas a una red. Así mismo, un ruteador en una red toma como base la dirección destino en un paquete de datos para decidir a qué nodo debe transferirlo en la red.

Específicamente, una dirección IP se asigna a la tarjeta NIC (Network Interface Card, Tarjeta de interface de red), que conecta la PC a la red. Las direcciones IP tienen una longitud máxima de 32 bits con IPV6, y normalmente

cada byte de la dirección se convierte a un número decimal y separado por puntos.

Las características del protocolo IP son las siguientes:

- Opera en la capa de red del modelo de referencia OSI
- Su función principal es rutear paquetes de un nodo a otro.
- Es un servicio no orientado a conexión, es decir, permite establecimiento de llamada previo al intercambio de datos entre computadoras
- Es un protocolo de tipo datagrama
- No proporciona procedimientos de recuperación de errores en las redes subyacentes, ni mecanismos de control de flujo.

1.3.3 Arquitectura TCP/IP

La arquitectura de un sistema de cómputo se refiere a su diseño general. TCP/IP es un conjunto de protocolos en el que cada miembro realiza un subconjunto de tareas relacionadas con las comunicaciones de la red.

La arquitectura de los modelos de los protocolos IP se define por 4 niveles o capas:

- Capa de acceso a la red (Física)

- Capa de internet (Red)
- Capa de transporte
- Capa de proceso / aplicación

1.3.3.1 Capa de acceso a la red

En la arquitectura TCP/IP el primer nivel que se muestra es la capa de acceso a la red, quien es la encargada del intercambio de datos entre un host y la red y entre los dispositivos de la misma red. TCP/IP fue adaptado a muchos tipos de red y normas de protocolos, incluyendo: Ethernet, X.25, IEEE 802.X para redes LAN, y ATM y *frame relay* para redes WAN.

- **Ethernet:** Utiliza un método eficaz de control de acceso denominado *detección de portadora*. Si un nodo necesita transmitir datos, comprueba el medio escuchando si algún otro nodo esta transmitiendo, si el medio está ocupado, el nodo espera unos microsegundos antes de volverlo a intentar. Si el medio está desocupado el nodo inicia la transmisión. A este método se le conoce como *escuchar antes de hablar*.
- **X.25:** Es una tecnología WAN muy antigua y nace de las recomendaciones de la *Unión Internacional de Telecomunicaciones*

(“ITU”). X.25 es una red de conmutación de paquetes, cada dispositivo se comunica con otros, estableciendo circuitos virtuales, los host pueden configurar los circuitos virtuales para satisfacer las necesidades de comunicación.

- **IEEE 802.X:** Las normas IEEE 802 corresponden a las capas OSI de enlace de datos y física, pero no coinciden con la organización de las capas OSI. Este protocolo define dos subcapas que corresponden a la capa de enlace de datos de OSI. Las subcapas son las de *control de enlaces lógicos* y la de *control de acceso al medio*. El comité 802 consta de varios subcomités denominados 802.x que definen las siguientes normas:

1. **802.2:** Define el protocolo de la subcapa LLC.
2. **802.3:** Define las capas MAC y física de las redes CSMA/CD.
3. **802.5:** Define las capas MAC y física de las redes token ring.

Las normas para redes WAN en la capa de acceso a la red tenemos:

- **ATM:** El *modo de transferencia asíncrono* (“ATM”) es una tecnología que favorece la transmisión de audio y video. Se puede decir que ATM es una red orientada a conexiones, ya que los dispositivos que se comunican obtienen un circuito virtual definiendo la ruta seguida por las celdas a través de la red. Un *canal virtual* (“VC”) específico se asigna al

circuito virtual, y entre los dispositivos ATM se establece una o más rutas virtuales.

- **Frame relay:** Es una norma para redes de área extensa de conmutación de paquetes y banda ancha. Frame relay se diseñó con la premisa de que los canales de comunicación serían fiables, es decir, no corrige errores, solo detecta errores, descarta tramas dañadas y notifica a las capas superiores de los posibles errores.

1.3.3.2 Capa de internet

Corresponde a la capa de red de OSI y se encarga de encaminar los mensajes a través de las inter-redes. La capa de internet y las capas superiores utilizan direcciones IP para identificar los dispositivos y para realizar el encaminamiento entre las redes.

IP es un protocolo requerido por Internet que posee las siguientes funciones:

- **Direccionamiento IP:** Las identificaciones lógicas denominadas, direcciones IP, no son más, que una dirección física para identificar los hosts en una red. Una dirección IP tiene una longitud de 32 bits y se divide en dos partes: dirección de red (“red”) y dirección de la máquina (“*Host*”).

- **Fragmentación y re ensamblaje de datagramas:** IP se encarga de la distribución de los datagramas a través de la red. La especificación del protocolo IP establece que todo host debe ser capaz de aceptar y re ensamblar datagramas, la cabecera de cada fragmento incluye información que el IP del host receptor puede identificar la posición del fragmento y re ensamblar el datagrama original.
- **Encaminamiento IP:** IP se encarga de la distribución de datagramas en la inter-red. Cuando los datagramas IP viajan a una red distinta a la local, el protocolo lleva a cabo el encaminamiento asegurando que el datagrama llegue a la red de destino.

1.3.3.3 Capa de transporte

Es la encargada de la integridad de los datos de punto a punto. Esta capa utiliza dos protocolos: *protocolo de control de transmisión (“TCP”)* y *protocolo de datagramas de usuario (“UDP”)*. Esta capa se compara con la capa de transporte del modelo OSI.

La capa de transporte o host a host cumple dos funciones principales:

- Proporciona una interfaz adecuada para que los procesos de la capa superior y las aplicaciones accedan a la red.

- Entrega los mensajes de la capa superior entre hosts.

Para realizar estas funciones la capa de host a host utiliza dos protocolos, como se mencionó anteriormente, el protocolo TCP, es quien se encarga de entregar los datos a su destino, verificando si se producen errores, si los hay, repite los envíos hasta realizar una transmisión correcta.

El protocolo UDP es un protocolo poco fiable, ya que solo realiza un intento en la transmisión de paquetes, UDP no se preocupa por verificar si existen errores y mucho menos corregirlos, en vez de ello, las capas superiores son las encargadas de realizar esta tarea.

1.3.3.4 Capa de proceso / aplicación

Abarca las funciones de tres capas del modelo de referencia OSI: sesión, presentación y aplicación. El verdadero trabajo se lleva a cabo en la capa de proceso / aplicación, que contiene programas que proporcionan servicios de red como servidores de correo, servidores de transferencia de archivos y servidores de administración de sistemas.

Los servidores de correo como SMTP (Protocolo simple de transmisión de correo) es un estándar de Internet para el intercambio de correo electrónico. SMTP se basa en el modelo cliente-servidor, donde un cliente envía un

mensaje a uno o varios receptores., El SMTP va por encima del TCP, usando normalmente el puerto 25 en el servidor para establecer la conexión.

FTP, File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos) es uno de los diversos protocolos de Internet, y es el ideal para transferir datos por la red.

Se precisa de un Servidor de FTP y un cliente de FTP, puede darse el caso de que los servidores sean de libre acceso para todo el mundo y entonces estamos hablando de login anónimo o FTP anónimo. La mayoría de las páginas Web a nivel mundial son subidas a los respectivos servidores mediante este protocolo.

Simple Network Management Protocol (“*SNMP*”), o protocolo simple de gestión de redes, es aquel que permite la gestión remota de dispositivos de red, tales como switches, routers y servidores.

1.3.4 Hardware para redes

Toda tecnología necesita de hardware para poder cubrir sus necesidades en la interconexión hacia otras aplicaciones, es así, que cualquier tipo de red necesita dispositivos especiales para realizar y cumplir con los objetivos con que fue diseñada.

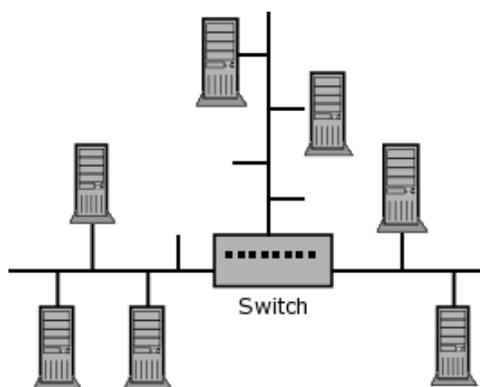
1.3.4.1 Switch

Un Switch o conmutador es un dispositivo de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Este dispositivo interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (“*bridges*”), o sea, pasando datos de una red a otra, de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Los switches se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes. Así como los bridges, dado que funcionan como un filtro en la red, mejora la performance y seguridad de las LANs.

Los conmutadores poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de red de nivel 2 de los dispositivos alcanzables por cada uno de sus puertos.

Figura 4. Switch



1.3.4.2 Router

Los routers trabajan en el nivel de red del modelo de referencia OSI. Esto significa que pueden conmutar y encaminar paquetes a través de múltiples redes. Realizan este proceso intercambiando información específica de protocolos entre las diferentes redes.

Los routers leen en el paquete la información de direccionamiento de las redes complejas teniendo acceso a información adicional, puesto que trabajan a un nivel superior del modelo OSI en comparación con los switches.

Los routers pueden proporcionar las siguientes funciones de un Switch:

- Filtrado y aislamiento del tráfico.
- Conexión de segmentos de red.

Los enrutadores tienen acceso a más información en los paquetes, y utilizan esta información para mejorar la entrega de los paquetes. Se utilizan en redes complejas puesto que proporcionan una mejor gestión del tráfico; pueden compartir con otro Router el estado y la información de encaminamiento y utilizar esta información para evitar conexiones lentas o incorrectas.

1.3.4.3 Firewall

Un Firewall o cortafuegos es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red. La ubicación habitual de un cortafuegos es el punto de conexión de la red interna de la organización con la red exterior, que normalmente es Internet; de este modo se protege la red interna de intentos de acceso no autorizados desde Internet, que puedan aprovechar vulnerabilidades de los sistemas de la red interna.

También es frecuente conectar al Firewall una tercera red, llamada zona desmilitarizada o DMZ, en la que se ubican los servidores de la organización que deben permanecer accesibles desde la red exterior.

1.4 Redes de próxima generación

Las redes de próxima generación (Next Generation Networks) son redes convergentes multiservicios de voz y datos que funcionan en un mercado con una multiplicidad de proveedores. Las NGN requieren una arquitectura que permita la integración sin solución de continuidad con servicios de telecomunicaciones tanto nuevos como tradicionales en redes de paquetes de alta velocidad, ínter funcionando con clientes que poseen capacidades heterogéneas.

Dicha arquitectura generalmente está estructurada alrededor de cuatro capas principales de tecnología las cuales son:

- **Capa de conectividad primaria:** La capa de conectividad de núcleo proporciona el encaminamiento y conmutación general del tráfico de la red de un extremo a otro. Está basada en la tecnología de paquetes, ya sea ATM o IP, y ofrece un máximo de flexibilidad.
- **Capa de acceso:** La capa de acceso incluye las diversas tecnologías usadas para llegar a los clientes. En el pasado, el acceso estaba generalmente limitado a líneas de cobre o al DS1/E1, actualmente se utilizan tecnologías como xDSL e inalámbricas para manejar un ancho de banda más amplio.
- **Capa de servicio:** Esta capa consiste en el equipo que proporciona los servicios y aplicaciones disponibles a la red. Los servicios se ofrecen a toda la red, sin importar la ubicación del usuario. El carácter distribuido de la NGN hará posible consolidar gran parte del equipo que suministra servicios en puntos situados centralmente, en los que pueda lograrse una mayor eficiencia. Además, hace posible distribuir los servicios en los equipos de los usuarios finales, en vez de distribuirlos en la red. Los tipos de servicio que se ofrecerán abarcarán todos los de voz existentes, y también una gama de servicios de datos y otros servicios nuevos de medios múltiples.

- **Capa de gestión:** Esta capa, esencial para minimizar los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial, de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo necesarios para dirigir la red.

1.5 Internet de próxima generación

Es una red de cómputo sustentada en tecnologías de vanguardia que permiten una alta velocidad en la transmisión de contenidos y que funciona independientemente de la Internet comercial actual.

Su origen se basa en el espíritu de colaboración entre las universidades del mundo y su objetivo principal es desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades.

De la misma forma en que la Internet de hoy surgió de las redes académicas en las décadas de 1980 y 1990, llevando al área comercial productos como el TCP/IP, el correo electrónico y la World Wide Web, Internet2 dejará un legado de tecnologías y aplicaciones a ser adoptadas por las redes de comunicación comerciales del futuro, como:

- **IPv6:** Es un nuevo protocolo de Internet diseñado para resolver las limitaciones del actual protocolo IPv4, ya que cuenta con importantes características para mejorar el desempeño de la red Internet. Lo más relevante es que cuenta con un espacio prácticamente infinito de direcciones, al utilizar 128 bits, en vez de los 32 que utiliza el actual protocolo, esto es una capacidad de 1038.

- **Multicast:** Permite optimizar la red, ya que desde un nodo que transmite se puede enviar información hacia otros nodos participantes en una comunicación, sin necesidad de duplicar los envíos en la red, como ocurre actualmente con soluciones unicast. Esto tiene un gran uso en aplicaciones de educación.

- **Calidad de Servicio (“QoS”):** Es la capacidad de la red de proporcionar el nivel de servicio que requiere cada aplicación. QoS proporciona un servicio de red mejor y más fiable con las siguientes características:
 1. Ancho de banda dedicado
 2. Mejora las características de pérdida
 3. Administra la congestión de la red
 4. Moldea el tráfico de la red
 5. Fijar prioridades del tráfico a través de la red

2. RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA

2.1 Historia de la telefonía alámbrica

El primer ensayo sobre la posibilidad de transmitir el sonido de las voces a distancia, aunque fallido, se puede situar en 1860, cuando el alemán Philippe Reiss desarrolló un sistema que podía transmitir el sonido, pero incapaz de distinguir las palabras.

El invento se debió a tres norteamericanos: Graham Bell, Elisha Gray y Thomas A. Edison. Graham Bell y Elisha Gray, cofundador de la Western Electric Company, trabajaban por separado en la posibilidad de utilizar distintas frecuencias para mejorar las comunicaciones telegráficas, mediante la transmisión simultánea de varios mensajes por el hilo telegráfico.

El teléfono de Bell constaba de un transmisor y un receptor unidos por un cable metálico conductor de la electricidad. Las vibraciones producidas por la voz en la membrana metálica del transmisor provocaban por medio de un electroimán oscilaciones eléctricas que, transmitidas por el cable, eran transformadas por el electroimán del receptor en vibraciones mecánicas, que a través de la membrana reproducían el sonido emitido desde el emisor.

Desde su creación original, al teléfono se le han ido introduciendo mejoras sucesivas:

- La introducción del micrófono de carbón, que aumentaba de forma considerable la potencia emitida y por tanto el alcance máximo de la comunicación.
- La marcación por pulsos mediante el denominado disco de marcar.
- La marcación por tonos multifrecuencia.

Esas innovaciones también tienen repercusiones sobre la infraestructura que se utiliza para la telefonía:

- La introducción de las centrales telefónicas de conmutación automática, constituidas mediante dispositivos electromecánicos.
- Las centrales de conmutación automática electromecánicas, pero controladas por ordenador.

- Las centrales digitales de conmutación automática totalmente electrónica y controlada por ordenador, que permiten multitud de servicios complementarios al propio establecimiento de la comunicación.
- La introducción de la Red Digital de Servicios Integrados (“RDSI”) y las técnicas xDSL o de banda ancha (“ADSL, HDSL, etc.”) Que permiten la transmisión de datos a más alta velocidad.
- La telefonía móvil o celular, que posibilita la transmisión inalámbrica de voz y datos, estos pueden ser a alta velocidad en los nuevos equipos de tercera generación.

2.1.1 Partes de una red telefónica publica conmutada

Las compañías telefónicas están formadas en su parte técnica por tres especialidades a las telecomunicaciones.

2.1.1.1 Switch

En telefonía se conoce como *switch* (“conmutación”) a la acción de poner en comunicación a dos abonados cualesquiera, efectuándose tal operación de forma manual o automática.

Para establecer un sistema de conmutación telefónica, hay que partir del tráfico que generen los abonados, de la probabilidad de coincidencia de llamadas y de la duración de las comunicaciones.

También es importante tener en cuenta que cada abonado precisa de un elemento de entrada al sistema. Los abonados están conectados en derivación a los dispositivos de entrada de la central, llamados Buscadores Primarios, y a los de salida, denominados Selectores Finales.

Dependiendo de la capacidad total de numeración, se precisa un cierto escalonamiento de selectores. Así, si la numeración es a cinco cifras, los selectores primeros seleccionarán la central correspondiente, indicada por la primera cifra; los selectores secundarios en cada central, elegirán la segunda cifra de las unidades de millar. Los selectores terciarios, las centenas; y los finales, las dos últimas cifras.

2.1.1.2 Transmisión

Es la interconexión de centrales telefónicas que se encuentran separadas por distancias largas, utilizando diferentes medios de transmisión como:

- **Medios de transmisión guiados:** En medios guiados, el ancho de banda o velocidad de transmisión dependen de la distancia y de sí el enlace es punto a punto o multipunto.
- **Transmisión inalámbrica:** Se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena.

2.1.1.3 Planta Externa

Son todos aquellos elementos que sirven para establecer contacto físico entre el distribuidor principal y el equipo que posea el abonado y/o a la interconexión entre centrales.

A esta parte de una red telefónica conmutada se le ha llamado *columna vertebral* de todo el sistema de telecomunicaciones, porque no serviría de mucho si solo se tienen las centrales de conmutación y equipos de transmisión, si la planta externa falla en su objetivo principal, proporcionar conexión física aceptable al usuario.

Los elementos que caracterizan a la planta externa son: los cables telefónicos y la red telefónica propiamente dicha.

2.2 Operadores telefónicos internacionales

El origen de AT&T fue Bell Telephone Company, fundada por Alexander Graham Bell en julio de 1877. En 1907 AT&T absorbió Western Union, iniciando los problemas de la compañía con las autoridades estadounidenses por monopolio.

Durante la década de 1920-1930 se fueron formando las 23 compañías locales que formaban la base del Sistema Bell, basándose en fusiones y absorciones la competencia se fue reduciendo, hasta desaparecer. También en 1925 nacieron los Laboratorios Bell, orgullo tecnológico de AT&T.

En 1934 se aprobó la Ley de Comunicaciones, que reguló la industria e hizo nacer a la Federal Communications Commission (FCC).

La aparición del transistor, los circuitos impresos y los ordenadores, junto a tecnologías como la transmisión por microondas o los satélites, hicieron que algunas compañías que ofrecían servicios limitados de telefonía como por ejemplo, MCI aparecieran en el mercado telefónico.

El acuerdo entre la casa matriz de AT&T y la FCC era la partición de la compañía en 8 fragmentos: 7 Regional Operating Bell Companies (RBOCs), que heredaron el monopolio de las llamadas locales en sus respectivas áreas geográficas, y una compañía de larga distancia que conservó el nombre AT&T.

Y no sólo el nombre; además se quedó con la división de fabricación de equipos y los laboratorios Bell.

El acuerdo, refrendado judicialmente, entró en vigor el 1 de enero de 1984. Ese día nacieron las 7 compañías RBOCs: Pacific Bell, Southwestern Bell, Nynex y Bell Atlantic, BellSouth y Ameritech. También arrancó la nueva AT&T como compañía especializada en larga distancia, en competencia con MCI y Sprint.

2.2.1 Servicios prestados

Los operadores estadounidenses de servicios telefónicos más importantes son AT&T y MCI. La carpeta de servicios que presta cada empresa en Latinoamérica es amplio, desde datos hasta telefonía celular. Como se describe a continuación:

- **AT&T:** AT&T Enhanced Virtual Private Network – Private IP (EVPN - Private IP), AT&T Connectivity Services, AT&T Remote Access Services, AT&T Business Internet Services, AT&T Global Managed Internet Services y AT&T Virtual Tunneling Services (AVTS).
- **MCI:** Alojamiento Web, MCI Internet Colocation, MCI Network Colocation, ATM, Dealer Voice, MCI Internet Dedicated Standard, MCI Internet Dedicated Tiered, MCI Internet Dedicated Burstable, Dial-Up, MCI Internet

Dial Corporate, MCI Internet Dial Select, MCI Internet Dial Office, MCI IP VPN DSL, MCI Internet and IP VPN DSL, International Freephone, Global Inbound Services, International Business Voice, Voz Directa, Voz Indirecta, MCI IP VPN Dedicated Services-Fully Managed, MCI Internet Dedicated Global Transit.

2.3 Operadores telefónicos en Guatemala

La única empresa que presta el servicio de telefonía fija en Guatemala, es Telgua, gracia a la infraestructura que dejó Guatel. El resto de empresas proporcionan el servicio de telefonía celular.

Telefónica Móviles compró los activos de BellSouth en Argentina, Chile, Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador, Uruguay, Guatemala, Nicaragua y Panamá. Esta compra da como resultado una compañía muy fuerte no solo en la telefonía celular, sino, que también, en los servicios de voz y datos. A pesar de la compra, BellSouth no supone ningún cambio para los clientes que están con esta compañía.

Por otro lado, en Guatemala se maneja la telefonía rural para comunidades alejadas, tanto en área geográfica, como en infraestructura. Las empresas mas conocidas que prestan el servicio de telefonía rural se encuentran Guatel y Teléfonos del Norte, esta última maneja telefonía rural por medio de comunicación satelital.

2.3.1 Servicios locales prestados

Los servicios que prestan los operadores de telefonía en Guatemala son variados, desde datos hasta telefonía celular, entre otros.

- **Telgua S.A.:** Llamada a larga distancia, audio conferencia, línea avanzada, acceso empresarial de voz, datos y xDSL, Frame relay, PCS, telefonía pública y TV por satélite.
- **Telefónica Móviles:** Línea Fija Prepago, telefonía móvil, larga distancia, telefonía pública, Enlaces Dedicados a Internet, E1's, Líneas Digitales ISDN, Servicios de LDI.
- **Teléfonos del Norte:** Telefonía satelital rural.

3. TELEFONÍA IP

3.1 Introducción a la Telefonía IP

La telefonía IP funciona convirtiendo las comunicaciones tradicionales conmutadas por circuitos en comunicaciones conmutadas por paquetes, utilizando como medio de transmisión las redes IP. Además, debe existir un servidor de comunicaciones encargado de hacer las conversiones entre los tipos de conmutación antes mencionados.

El proceso básico de una llamada telefónica por IP es sumamente sencillo. El servidor de comunicaciones es el encargado de convertir la voz humana a paquetes de voz utilizando software de muestreo y compresores de voz. Estos paquetes de voz viajan desde el teléfono IP donde se realiza la llamada hasta el teléfono donde se contesta la llamada.

El servidor de comunicaciones, también llamado central telefónica puede manipular comunicaciones IP y TDM simultáneamente.

El flujo de paquetes de voz en la red de área local (LAN) se conoce como tráfico VoIP (Voice over Internet Protocol). Existen estándares que normalizan

el cambio de señales de voz a paquetes de voz para el tráfico VoIP, como el estándar H.323 y SIP.

3.2 Estándar H.323

El estándar H.323 puede proporcionar comunicaciones de audio, video y/o datos en tiempo real, o cualquier combinación de los mismos incluyendo la videotelefonía.

La red por paquetes por la cual se comunican los equipos H.323, puede ser una conexión punto a punto, segmentos de red LAN, Frame Relay y sistemas con topologías complejas. Los equipos H.323 pueden estar integrados en computadoras personales o en dispositivos tales como videoteléfonos.

Los dispositivos videotelefónicos que utilizan el estándar H.323 se comunican mediante la transmisión de trenes de información. Dichos trenes de información se clasifican en trenes de video, audio, datos, control de las comunicaciones y control de llamada de la siguiente manera.

Señales de audio que contienen señales vocales digitalizadas y codificadas. La señal de audio va acompañada por una señal de control de audio.

Señales de video que contienen video en movimiento digitalizado y codificado. La señal de video va acompañada de una señal de control de video.

Señales de datos que incluyen imágenes fijas, facsímil, documentos, ficheros de ordenador y otros trenes de datos.

Señales de control de comunicaciones que se utilizan para el intercambio de capacidad y establecimiento de las comunicaciones, apertura y cierre de canales lógicos y otras funciones del control de la llamada.

3.2.1 Protocolos que conforman el estándar H.323

Los protocolos que incorpora el estándar H.323 especifican el funcionamiento de todas las partes de que consta un terminal o dispositivo H.323, desde la señalización y codificación de la voz o hasta el proceso para registrar las llamadas y conectar el timbre del terminal a donde se hace el llamado.

H.323 se apoya en una serie de protocolos o recomendaciones que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

- H. 225 Señalización y gestión
- H. 245 Control para comunicación multimedia
- G. 711 Compresión de voz
- G. 723 Compresión de voz
- G. 729 Compresión de voz
- UDP (User Datagram Protocol)
- RTP Protocolo en tiempo real

3.2.2 Señalización

3.2.2.1 Protocolo H.225

Este protocolo trata los requisitos técnicos de los servicios videotelefónicos en aquellas situaciones en las que el trayecto de transmisión incluye una o más redes de paquetes, cada una de las cuales está configurada y gestionada para ofrecer una calidad de servicio (QoS) no garantizados que no es equivalente a la de la RDSI de banda estrecha. Además, describe cómo puede gestionarse la información de audio, vídeo, datos y control en una red de paquetes para proporcionar servicios conversacionales en equipos H.323.

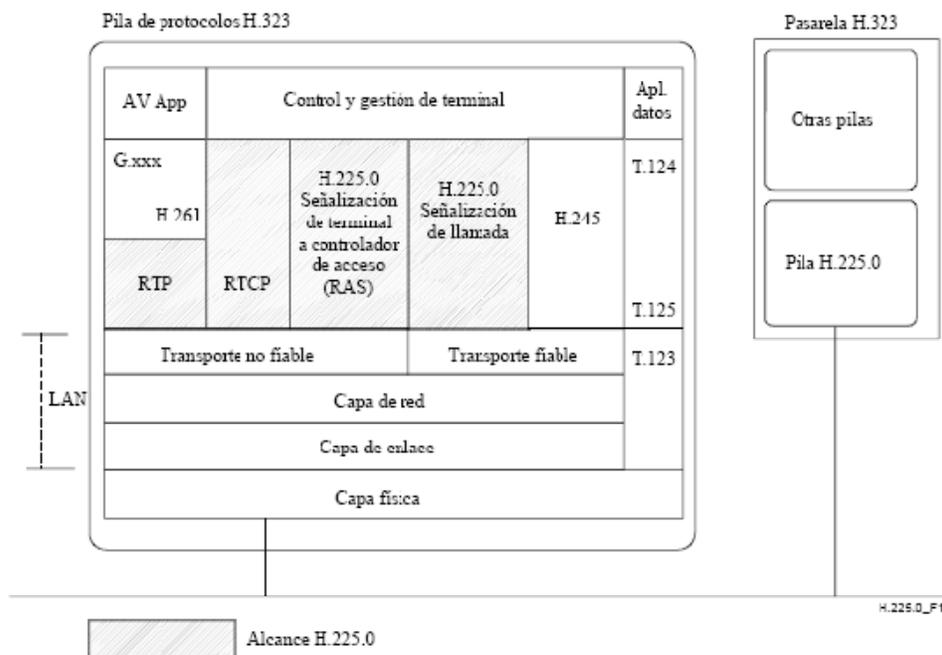
La recomendación H.225 está destinada a operar con una amplia variedad de redes de paquetes diferentes, inclusive IEEE 802.3, Token Ring y otras tecnologías Ethernet. De este modo, el protocolo H.225 se define como algo que está por encima de la capa de transporte tal como TCP/IP/UDP, IPX/IPX, etc. Así, el alcance de la comunicación H.225.0 se halla entre entidades H.323 en la misma red de paquetes, utilizando el mismo protocolo de transporte. Esta red de paquetes puede ser un único segmento o anillo, o podría lógicamente ser una red de datos empresarial que comprenda múltiples redes de paquetes puenteadas o encaminadas para crear una red interconectada. Debe destacarse que el funcionamiento de los terminales H.323 en la Internet completa, o incluso varias redes de paquetes conectadas.

La recomendación H.225 hace uso del protocolo en tiempo real/protocolo de control en tiempo real (RTP/RTCP, real-time transport protocol/real-time transport control protocol) para la paquetización y sincronización de medios de todas las redes de paquetes subyacentes. La presente Recomendación supone un modelo de llamada en el que se utiliza señalización inicial en una dirección de transporte no RTP para establecimiento de comunicaciones y negociación de capacidad, seguida por el establecimiento de una o más conexiones RTP/RTCP.

En general, los terminales H.323 no conocen directamente la velocidad de transferencia, aunque inter funcionan a través de una pasarela H.323; en su lugar, la pasarela utiliza mensajes de control de flujo H.245 para limitar la velocidad de los medios en cada canal lógico. El planteamiento general del protocolo H.225 consiste en proporcionar un medio de sincronizar paquetes que haga uso de las facilidades de la red de paquetes de transporte subyacentes.

Esta Recomendación no exige que todos los medios y el control se mezclen en un solo tren, que es luego paquetizado.

Figura 5. Protocolo H.323 recomendación H.225



3.2.2.2 Protocolo H.245

El protocolo H.245 especifica la sintaxis y la semántica de los mensajes de información de terminal así como los procedimientos para utilizarlos en la negociación en banda al comienzo de la comunicación o durante ésta. Los mensajes comprenden capacidades de recepción y transmisión así como preferencia de modos desde el extremo de recepción, la señalización de canal lógico, y control e indicación. Se especifican procedimientos de señalización

con acuse de recibo para garantizar comunicaciones fiables audiovisuales y de datos.

Esta recomendación abarca una amplia gama de aplicaciones que incluyen servicios de almacenamiento y extracción, mensajería y distribución, así como servicios conversacionales. Los diferentes sistemas que utilizan este protocolo pueden especificar el empleo de diferentes protocolos de transporte. Sin embargo, se ha previsto su utilización con una capa de transporte fiable, es decir, que proporciona una entrega garantizada de datos correctos.

Se definen procedimientos para permitir el intercambio de capacidad audiovisuales y de datos; para solicitar la transmisión de un modo audiovisual y de datos determinado; para gestionar los canales lógicos utilizados para transportar la información audiovisual y de datos; para establecer qué terminal es el terminal principal y cuál el subordinado con fines de gestión de los canales lógicos bidireccionales; para transportar distintas señales de control e indicación; para controlar la velocidad de bits de los canales lógicos individuales y de la totalidad del múltiplex; y para medir el retardo de ida y vuelta entre un par de terminales. Estos procedimientos se explican con más detalle en lo que sigue:

- **Determinación principal-subordinado** si dos terminales que intervienen en una llamada inician simultáneamente eventos similares y solo uno de esos eventos es posible o deseado, un terminal actuará como terminal principal y el otro actuará como terminal subordinado.

El procedimiento de determinación principal-subordinado permite a los terminales en una llamada determinar cuál es el principal y cuál es el subordinado. La categoría del terminal se puede determinar de nuevo en cualquier momento durante una llamada; sin embargo, un terminal sólo puede iniciar el proceso de determinación principal-subordinado si no está activo localmente ningún procedimiento que dependa de su resultado.

- **Intercambio de capacidades** los procedimientos de intercambio de capacidades tienen por finalidad asegurar que únicamente las señales multimedios que deben transmitirse son aquellas que el terminal de recepción puede recibir y manejar adecuadamente, esto exige que las capacidades de cada terminal para recibir y decodificar sean conocidas por el otro terminal. Mediante la transmisión de su juego de capacidades, se pone en conocimiento de un terminal la capacidad total de otro terminal para recibir y decodificar diversas señales.
- **Procedimientos de señalización de canal lógico** se define un protocolo de acuse de recibo para la apertura y el cierre de canales lógicos que transportan información audiovisual y de datos. La finalidad de estos procedimientos es garantizar que un terminal es capaz de recibir y decodificar los datos que se transmitirán por un canal lógico en el momento en que se abra tal canal, en vez de en el momento en que se transmita el primer dato por él y para asegurar que el terminal de recepción está preparado para recibir y decodificar los datos que se transmitirán por el canal lógico antes del comienzo de la transmisión.

- **Petición de cierre de canal lógico por el terminal receptor**, un canal lógico se abre y cierra desde el lado transmisor. Se define un mecanismo que permite a un terminal receptor solicitar el cierre de un canal lógico entrante. El terminal transmisor puede aceptar o rechazar la petición de cierre del canal lógico.
- **Modificación de entrada en la tabla múltiplex H.223** la tabla o cuadro múltiplex H.223 asocia cada octeto dentro de un mensaje MUX H.223 con un determinado número de canal lógico. La tabla múltiplex H.223 puede tener hasta 15 entradas. Se proporciona un mecanismo que permite al terminal transmisor especificar e informar al receptor sobre las nuevas entradas en la tabla múltiplex H.223. Un terminal receptor puede también solicitar la retransmisión de una entrada en la tabla múltiplex.
- **Petición de modo audiovisual y de modo datos** cuando el protocolo de intercambio de capacidad ha concluido, ambos terminales tendrán conocimiento de la capacidad del otro para transmitir y recibir como se especifica en los descriptores de capacidad que han sido intercambiados. Un terminal no está obligado a declarar todas sus capacidades; sólo necesita declarar aquellas que desea utilizar.
- **Determinación del retardo de ida y vuelta** en algunas aplicaciones puede ser conveniente tener conocimiento del retardo de ida y vuelta entre un terminal transmisor y un terminal receptor. Se proporciona un

mecanismo para medir este tiempo de ida y vuelta. Este mecanismo puede ser también útil como un medio para detectar si el terminal distante está funcionando todavía.

- **Bucles de mantenimiento**, se especifican procedimientos para establecer bucles de mantenimiento o lazos cerrados de mantenimiento. Es posible especificar el bucle de un canal lógico individual como un bucle digital o como un bucle decodificado.
- **Instrucciones e indicaciones**, se proporcionan instrucciones e indicaciones para diversas finalidades: señales de vídeo/audio activo/inactivo para informar al usuario; petición de actualización rápida para conmutación en la fuente, en aplicaciones multipunto, etc. Ni las instrucciones ni las indicaciones provocan mensajes de respuesta del terminal distante. Las instrucciones fuerzan la ejecución de una acción en el terminal distante, mientras que las indicaciones se limitan a proporcionar información y no fuerzan a ejecutar ninguna acción.

3.2.3 Compresión de voz

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CODEC).

Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de llamadas VoIP simultáneamente.

3.2.3.1 Codec G.711

El protocolo G.711 es un estándar de la ITU-T para la compresión de audio. Este estándar es usado principalmente en telefonía, y fue liberado para su uso en el año 1972. Dicho protocolo es un estándar para representar señales de audio con frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo. El codificador G.711 proporcionará un flujo de datos de 64 kbit/s.

Existen dos algoritmos principales definidos para códec G.711. El algoritmo μ -law y el algoritmo A-law, los cuales se explican a continuación:

- El algoritmo **Ley Mu** (μ -law) es un sistema de cuantificación logarítmica de una señal de audio. Es utilizado principalmente para audio de voz humana dado que explota las características de ésta. Este sistema de codificación es usado en EEUU y El Japón.

Las señales de voz están formadas en gran parte por amplitudes pequeñas, ya que son las más importantes para la percepción del habla, por lo tanto éstas son muy probables. En cambio, las amplitudes grandes no aparecen tanto, por lo tanto tiene una probabilidad de aparición muy baja.

En el caso de que una señal de audio tuviera una probabilidad de aparición de todos los niveles de amplitud por igual, la cuantificación ideal sería la uniforme, pero en el caso de la voz humana esto no ocurre, estadísticamente aparecen con mucha más frecuencia niveles bajos de amplitud.

El algoritmo Ley Mu explota el factor de que los altos niveles de amplitud no necesitan tanta resolución como los bajos. Por lo tanto, si damos más niveles de cuantificación a las bajas amplitudes y menos a las altas conseguiremos más resolución, un error de

cuantificación inferior y por lo tanto una relación señal a ruido (SNR) superior que si efectuáramos directamente una cuantificación uniforme para todos los niveles de la señal.

Ley Mu necesitamos 8 bits, dado que el error de cuantificación es menor y podemos permitirnos usar menos bits para obtener la misma relación señal a ruido (SNR).

- El algoritmo **Ley A** (A-law) es un sistema de codificación es usado en Europa. El algoritmo Ley A basa su funcionamiento en un proceso de compresión y expansión llamado companding. Donde se aplica una compresión/expansión de las amplitudes de la señal y posteriormente una cuantificación uniforme, las amplitudes de la señal de audio pequeñas son expandidas y las amplitudes más elevadas son comprimidas.

Esto se puede entender de la siguiente forma; cuando una señal pasa a través de un compander, el intervalo de las amplitudes pequeñas de entrada es representado en un intervalo más largo en la salida, y el intervalo de las amplitudes más elevadas pasa a ser representado en un intervalo más pequeño en la salida.

Por lo tanto, la implementación del sistema consiste en aplicar a la señal de entrada una función logarítmica y una vez procesada

realizar una cuantificación uniforme. Es lo mismo que decir que el paso de cuantificación sigue una función del tipo logarítmico.

3.2.3.2 Codec G.723.1

Este códec está diseñado para el funcionamiento con una señal digital obtenida filtrando primero la entrada analógica con la anchura de banda de telefonía, muestreándola luego a 8000 Hz y convirtiéndola a señal MIC lineal de 16 bit para su entrada en el codificador. Habrá que convertir la salida del decodificador a señal analógica mediante medios similares. Se puede utilizar este codec para comprimir la voz u otra señal de audio componente de servicios multimedia a velocidad binaria muy baja. Es capaz de manejar dos velocidades binarias asociadas: 5,3 y 6,3 kbit/s, la velocidad más alta proporciona mejor calidad y la velocidad más baja da una calidad buena.

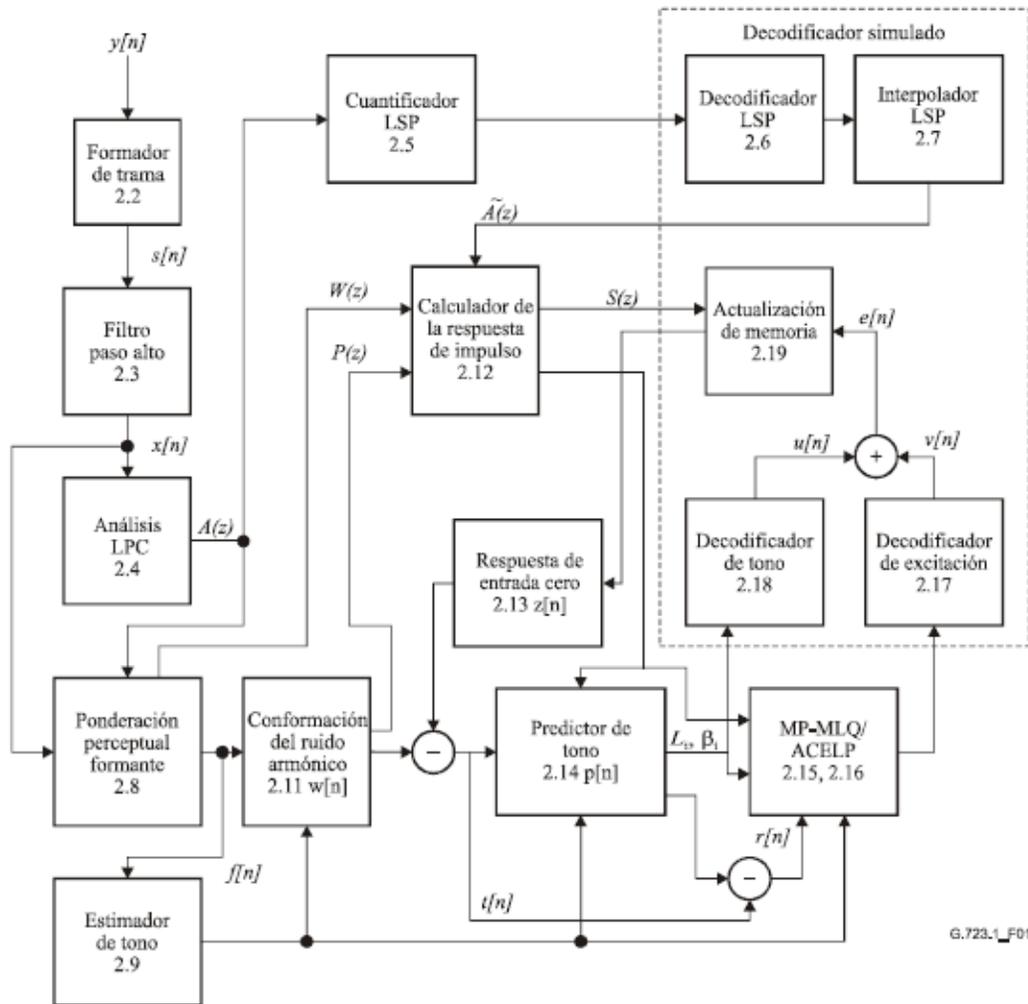
G.723.1 se basa en los principios de la codificación de predicción lineal análisis por síntesis, y trata de hacer mínima una señal de error ponderada perceptualmente. El codificador funciona con bloques o tramas de 240 muestras cada uno, ello equivale a 30 ms a una velocidad de muestreo de 8 kHz. Cada bloque se pasa primero por un filtro paso alto para suprimir la componente continua, y luego se divide en cuatro sub tramas de 60 muestras cada una; Para un codificador G.723.1 cada sub trama, se calcula un filtro de códec de predicción lineal (LPC, linear prediction coder) de décimo orden utilizando la señal de entrada no procesada. El filtro LPC para

la última sub trama se cuantifica con un cuantificador vectorial de división predictiva (PSVQ, predictive split vector quantizer).

Por cada dos sub tramas (120 muestras), se calcula el periodo de tono en bucle abierto, LOL, mediante la señal vocal ponderada, esta estimación del tono se realiza con bloques de 120 muestras; el periodo de tono se busca en la gama de 18 a 142 muestras. A partir de ese punto, la voz se procesa a 60 muestras por sub tramas, utilizando el período de tono estimado calculado anteriormente, se construye un filtro de conformación de ruido armónico. La combinación del filtro de síntesis LPC, el filtro de ponderación perceptual formante y el filtro de conformación del ruido armónico se utiliza para crear una respuesta de impulso.

Por último, se aproxima la componente no periódica de la excitación. Para la velocidad alta, se utiliza la excitación del tipo cuantificación multi-impulso de máxima verosimilitud (MP-MLQ, multipulse maximum likelihood quantization), y para la velocidad baja, una predicción lineal con excitación por tabla de códigos algebraicos (ACELP, algebraic code excited linear prediction).

Figura 6. Diagrama de bloques para codificador

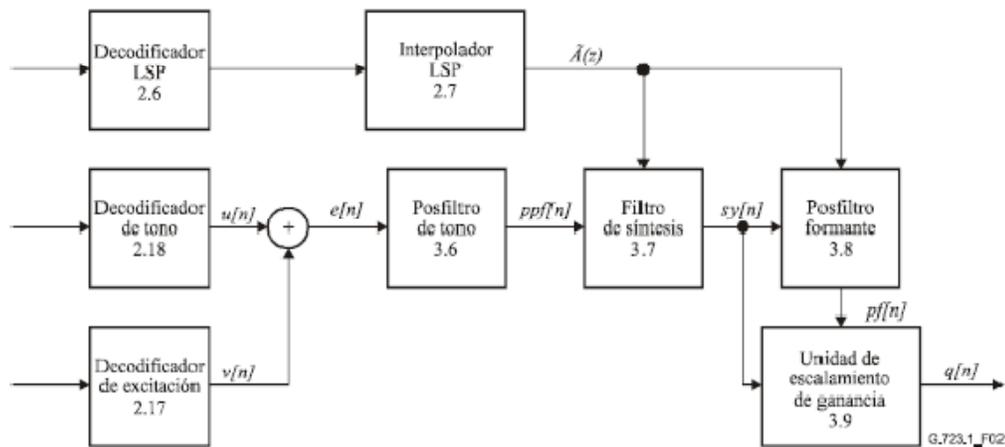


G.723.1_F01

La operación del decodificador también se ejecuta trama por trama. Primero, se decodifican los índices LPC cuantificados, después el decodificador construye el filtro de síntesis LPC. Para cada subtrama, se decodifican la excitación de tabla de códigos adaptativos y la excitación de tabla de códigos fijos y se entran en el filtro de síntesis. El posfiltro adaptativo consiste en un pos filtro de tono formante y un posfiltro de tono

hacia adelante y atrás. La señal de excitación se inyecta en el posfiltro de tono que, a su vez, ataca al filtro de síntesis, cuya salida es la entrada al posfiltro formante. Una unidad de escalamiento de la ganancia mantiene la energía en el nivel de entrada del posfiltro formante.

Figura 7. Diagrama de bloques para decodificador



NOTA — En cada bloque se indica el número de referencia correspondiente.

3.2.3.3 Protocolo G.729

G.729 es un algoritmo de codificación de voz y audio de banda ancha escalable a 8-32 kbit/s que comprime audio en tramas de 10 milisegundos. La música o los tonos tales como los tonos de DTMF o de fax no pueden ser transportados confiablemente con este codec y utilizar así G.711 o métodos de señalización fuera de banda para transportar esas señales.

El códec G.729 se usa mayormente en aplicaciones de Voz sobre IP por sus bajos requerimientos en ancho de banda. Opera a una tasa de bits o muestreo de 8 kbit/s, pero existen extensiones, las cuales suministran también tasas de 6.4 kbit/s y de 11.8 kbit/s para peor o mejor calidad en la conversación respectivamente.

Un codificador G.729EV, con funciones de codificación y decodificación, con un ancho de banda de (50Hz-7KHz) escalable a 8-32 kbit/s, se muestrean a 16 KHz. El tren de bits producido por el codificador es escalable y consta de 12 capas incorporadas, a las que hará referencia como capas 1 a 12. La capa 1 es la capa medular, correspondiente a una velocidad binaria de 8 kbit/s; La capa 2 es una capa de ampliación de banda estrecha que añade 4 kbit/s, mientras que las capas 3 a 12 son capas de ampliación de banda ancha que añaden 20 kbit/s en pasos de 2 kbit/s.

El códec codifica la voz y otras señales de audio con tramas de 10 ms, se produce además un pre-análisis de 5 ms, por lo que el retardo algorítmico total es de 15 ms. Los demás retardos producidos por la aplicación práctica de este códec tienen por causa:

- El tiempo de procesamiento necesario para las operaciones de codificación y decodificación.

- El tiempo de transmisión en el enlace de comunicación.
- El retardo de multiplexación por la combinación de datos de señales vocales y otros.

3.2.4 Transporte de la voz

H.323 propone dos protocolos para posibilitar la transmisión de voz: UDP (User Datagram Protocol) y RTP (Real Time Protocol).

3.2.4.1 UDP

User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo del nivel de la capa de transporte basado en el intercambio de datagramas. Una de sus funciones es el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

UDP no maneja confirmación, ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o de recepción. Su uso principal es para protocolos como DHCP, BOOTP, DNS y demás protocolos en los que no se utiliza el intercambio de paquetes respecto a la información transmitida, así como para la transmisión de audio y vídeo en tiempo real, donde no es posible realizar retransmisiones por los estrictos requisitos de retardo que se tiene en estos casos.

El protocolo UDP es generalmente usado en la transmisión de vídeo y voz a través de una red, esto es porque no hay tiempo para enviar de nuevo paquetes perdidos cuando se está escuchando a alguien o viendo un vídeo en tiempo real.

Ya que tanto TCP como UDP circulan por la misma red, en muchos casos ocurre que el aumento del tráfico UDP daña el correcto funcionamiento de las aplicaciones TCP. Por defecto, TCP pasa a un segundo lugar para dejar a los datos en tiempo real usar la mayor parte del ancho de banda.

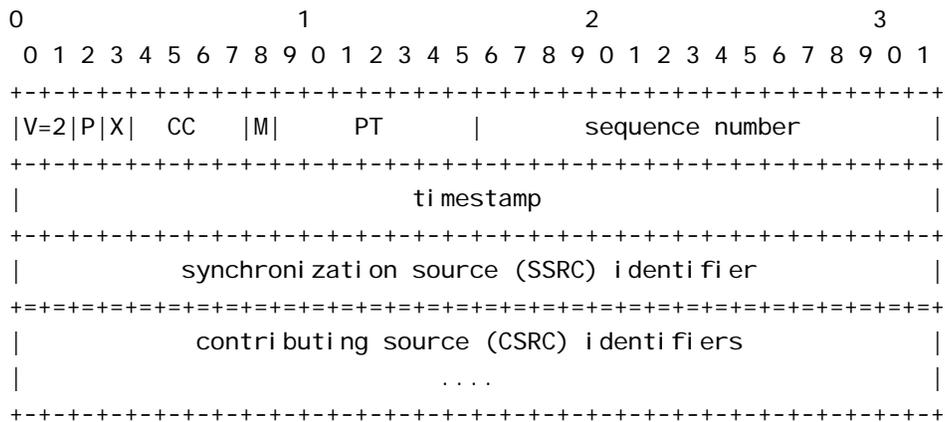
3.2.4.2 RTP

RTP (Real-time Transport Protocol) es un protocolo de nivel de transporte utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como

por ejemplo audio y vídeo en una video-conferencia o en una llamada de telefonía IP. El protocolo fue desarrollado por la IETF, publicado por primera vez como estándar en 1996 como la RFC 1889, y actualizado posteriormente en 2003 en la RFC 3550, que constituye el estándar actual.

La norma RFC 1889 definía el encabezado RTP de la siguiente manera:

Figura 8. Encabezado de un paquete RTP



Donde:

- Version (V): 2 bits, dicho campo indica el número de versión de RTP.
- Padding (P): 1 bit, el campo de relleno es usado por algunos algoritmos de cifrado.

- Extension (X): 1 bit, posibilita implementaciones para añadir información al encabezado RTP.
- CSRC count (CC): 4 bits, utilizado para sincronía de la fuente.
- Marker (M): 1 bit, definido por el perfil particular de media.
- Payload type (PT): 7 bits, un índice en una tabla de perfiles de media que describe el formato de carga útil.
- Sequence number: 16 bits, un único número de paquete que identifica la posición de este en la secuencia de paquetes.
- Timestamp: 32 bits, refleja el instante de muestreo del primer byte en la carga útil.
- SSRC: 32 bits, identifica la fuente de sincronización.
- CSRC: 0 a 15 items, 32 bits, identifica las fuentes contribuyentes para la carga útil.

Inicialmente RTP se publicó como protocolo multicast, aunque se ha usado en varias aplicaciones unicast como streaming, junto a RTSP es utilizado para videoconferencia y sistemas push to talk.

RTSP es un protocolo no orientado a conexión, en lugar de esto el servidor de medios mantiene una sesión asociada a un identificador, en la mayoría de los casos RTSP usa TCP para datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario; en el transcurso de una sesión RTSP, un cliente puede abrir y cerrar varias conexiones de transporte hacia el servidor de medios para satisfacer las necesidades del protocolo.

RTSP tiene las siguientes propiedades:

- Extensible, nuevos métodos y parámetros pueden ser fácilmente añadidos al RTSP.
- Seguro, RTSP reutiliza mecanismos de seguridad web ya sea a los protocolos de transporte (TLS) o dentro del mismo protocolo. Todas las formas de autenticación HTTP ya sea básica o basada en resumen son directamente aplicables.

- Independiente del protocolo de transporte, RTSP puede usar indistintamente protocolos de datagrama no fiables (UDP) o datagramas fiables (RDP, no muy extendido) o un protocolo fiable orientado a conexión como el TCP.
- Control de dispositivos de grabación, el protocolo puede controlar dispositivos de grabación y reproducción (p.ej cámaras IP RTSP).

3.3 Hardware para telefonía IP

Para telefonía IP existe un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de una red IP. Esto significa que se envía la señal de voz en forma de paquetes de datos en lugar de enviarla en forma digital o analógica por una red de telefonía pública.

3.3.1 Teléfonos IP

Dispositivo electrónico que usa Voz sobre IP para realizar llamadas telefónicas por una red IP. Se trata de una verdadera revolución en las comunicaciones: un novedoso sistema de comunicación empresarial basado en aplicaciones, totalmente abierto a cualquier aplicación o servicio ofrece una mejor calidad de sonido gracias a los numerosos avances que incorpora.

Los terminales IP ofrecen una gama completa de melodías polifónicas de tono de llamada, gracias a la compatibilidad con audio de banda ancha y el sistema manos libres con eliminación de eco, la audición resulta infinitamente más cómoda. Los teléfonos han sido diseñados para eliminar los ruidos que interfieren en la comunicación, una gran característica de alto nivel es la compatibilidad con tecnología inalámbrica Bluetooth®. Además, incorporan un puerto audio para utilizar con auriculares, así como un altavoz adicional o un sistema de teleconferencia.

3.3.2 Gateways

Los Gateways gestionan el acceso y las interfaces de una solución cliente. Se controlan mediante el servidor de comunicaciones a través de una conexión IP.

Un Gateway se administra mediante una unidad de procesamiento de controladores de Gateway y gestiona las interfaces clásicas de rack existentes para conectar terminales, accesos públicos o interfaces auxiliares.

Los Gateway proporcionan:

- conexión a una red externa (pública o privada)

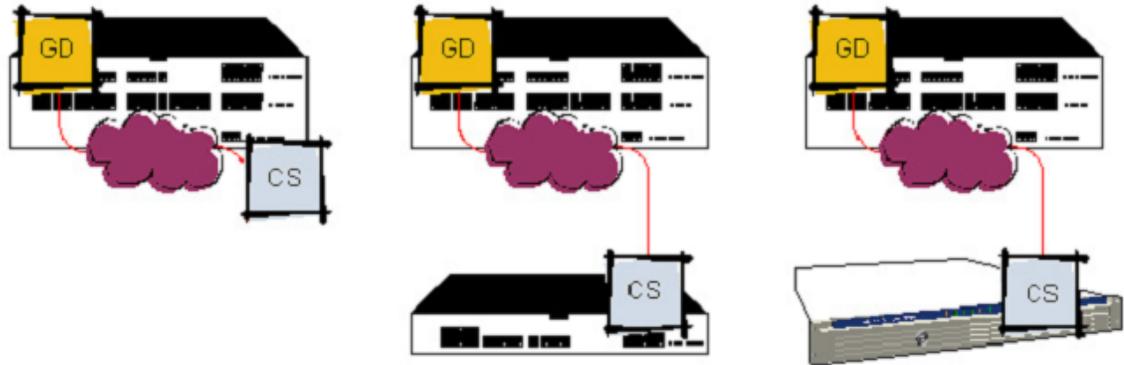
- E1/T1
- redes analógicas DID/No DID
- Conexión a teléfonos digitales TDM.
- Conexión a dispositivos analógicos como fax, etc.
- conexión de estaciones base DECT/PWT
- Conectividad IP.
- canales de compresión de voz G.711, G.723, G.729.
- recursos de DSP para servicios de guías vocales, conferencias, etc.

Un Gateway está conectado al servidor de comunicaciones mediante un enlace Ethernet. El servidor de comunicaciones se puede encontrar en:

- Servidor de comunicaciones IP y Gateway IP todo en uno.
- Servidor de comunicaciones IP y Gateway IP chasis independiente.

- Servidor de comunicaciones IP blade y Gateway IP.

Figura 9. Opciones de conexión para Gateways



3.3.3 Gatekeeper

Un gatekeeper proporciona una integración y gestión de numeración optimizadas en los dispositivos H.323 estándares.

Además de los dispositivos H.323, el cliente puede utilizar dispositivos VoIP inalámbricos (compatibles con el estándar 802.11), terminales de conferencia de audio IP o terminales de adaptador para fax T.38.

El gatekeeper H.323 permite realizar los siguientes servicios:

- Registro de Gatekeeper, a los dispositivos se les atribuye un número de directorio.
- Resolución de direcciones, se puede identificar el dispositivo H.323 mediante el número de directorio asignado y/o mediante su dirección IP.
- El Gatekeeper proporciona a los dispositivos H.323 solicitantes la dirección IP del número de directorio del dispositivo H.323. El dispositivo solicitante establece la llamada directamente basándose en la dirección IP.
- Los dispositivos H.323 pueden recibir y hacer llamadas desde y hacia teléfonos tradicionales a través de un Gateway H.323.

Esta función permite que los dispositivos H.323 tengan acceso al resto de la telefonía convencional (interna o externa a la empresa).

Los Gatekeepers juegan también un rol en las conexiones multipunto, para soportar conferencias multipunto, los usuarios podrían emplear un Gatekeeper para recibir los canales de control H.245 desde dos terminales en una conferencia punto a punto. Cuando la conferencia cambia a multipunto, el Gatekeeper puede redireccionar el canal de control H.245 a un controlador multipunto. El Gatekeeper no necesita procesar la señalización H.245, solo necesita pasarla entre los terminales o entre los terminales y el control de multipunto.

Las redes que posean un Gateway pueden también tener un Gatekeeper para traducir llamadas entrantes E.164 a direcciones de transporte. Debido a que una zona está definida por su Gatekeeper, las entidades H.323 que contengan un Gatekeeper interno necesitan de un mecanismo para desactivar su funcionamiento cuando hay varias entidades H.323 que contiene un Gatekeeper dentro de la red, las entidades pueden ser configuradas para estar en la misma Zona.

3.3.4 PBX

Un PBX se refiere al dispositivo que actúa como un servidor de comunicaciones distribuidas basado en estándares para medianas y grandes empresas, que gestiona configuraciones convencionales e IP para los servicios y aplicaciones de comunicaciones empresariales más avanzados para que los usuarios no se comunican al exterior mediante líneas telefónicas convencionales.

El diseño del sistema de comunicaciones está basado en las comunicaciones IP, lo cual permite que las soluciones IP se puedan distribuir completamente en las redes de datos. Con una arquitectura de Gateway también admite configuraciones TDM tradicionales o IP-TDM mixtas.

La red IP puede abarcar una o varias redes de área local (LAN) o redes locales enlazadas a redes públicas para crear redes de área extensa (WAN).

Gracias a esta capacidad para comunicar mediante cualquier infraestructura de red, los usuarios pueden desplegar nuevas tecnologías y elegir la solución correcta de acuerdo con sus requisitos concretos de comunicación y la rentabilidad de la inversión prevista.

Una PBX incluye algunos de los siguientes servicios:

- Soluciones de hardware para crear o completar una red de telefonía.
- Teléfonos de última generación.
- Aplicaciones integradas para facilitar las comunicaciones dentro y fuera de las empresas.
- Aplicaciones de valor añadido para ejecutar servicios especializados.

El servidor de comunicaciones IP es el núcleo de la red IP: Es compatible con el motor de Servidor de comunicaciones lo que permite gestionar los Gateways IP y acceder a un nivel superior de servicios telefónicos en toda la red IP.

El servidor de comunicaciones:

- Admite una o varios Gateways compatibles con la conectividad existente.
- Dispositivos de comunicaciones IP (PC multimedia, teléfonos SIP o dispositivos de terminal H.323).
- Incluye los dispositivos de comunicación TDM existentes.
- Incorpora los sistemas de administración de redes locales o remotas.

3.4 SIP

Session Initiation Protocol (SIP o Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo desarrollado por el IETF MMUSIC Working Group con la intención

de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea.

El protocolo SIP se concentra en el establecimiento, modificación y terminación de las sesiones, se complementa, entre otros, con el SDP (Protocolo de descripción de sesión), que describe el contenido multimedia de la sesión, por ejemplo qué direcciones IP, puertos y códecs se usarán durante la comunicación. También se complementa con el RTP (Real-time Transport Protocol). RTP es el verdadero portador para el contenido de voz y video que intercambian los participantes en una sesión establecida por SIP.

Las funciones básicas del protocolo incluyen:

- Determinar la ubicación de los usuarios, proveyendo nomadicidad.
- Establecer, modificar y terminar sesiones multipartitas entre usuarios.

El protocolo SIP adopta el modelo cliente-servidor y es transaccional, el cliente realiza peticiones que el servidor atiende y genera una o más respuestas. Por ejemplo para iniciar una sesión el cliente realiza una petición

con el método INVITE en donde indica con qué usuario quiere establecer la sesión, el servidor responde ya sea rechazando o aceptado esa petición en una serie servidores, por de respuestas. Las respuestas llevan un código de estado que brindan información acerca de si las peticiones fueron resueltas con éxito o si se produjo un error. La petición inicial y todas sus respuestas constituyen una transacción.

Por defecto SIP utiliza el puerto 5060 en TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol) para recibir las peticiones de los clientes SIP. Al contrario que H.323, el protocolo SIP puede usar el protocolo de transporte de red IP en modo datagrama UDP (Protocolo de datagrama de usuario) además del protocolo de transporte de red IP en modo conectado TCP (Protocolo de control de transmisión). UDP tiene la ventaja de ser un protocolo no conectado que facilita rápidos intercambios. No garantiza la recepción de datagramas ni la preservación de la secuencia de transmisión. Por eso, SIP realiza estas funciones usando mecanismos de retransmisión, confirmación y secuenciación.

Como una de las principales aplicaciones del protocolo SIP es la telefonía, un objetivo de SIP fue aportar un conjunto de las funciones de procesamiento de llamadas y capacidades presentes en la red pública conmutada de telefonía. Así, implementó funciones típicas de dicha red, como son: llamar a un número, provocar que un teléfono suene al ser llamado, escuchar la señal de tono o de ocupado. La implementación y terminología en SIP son diferentes. SIP es un protocolo peer to peer o

conexiones punto a punto; Como tal requiere un núcleo de red sencillo con inteligencia distribuida en los extremos de la red, incluida en los terminales.

Es importante señalar que SIP no ofrece un sistema de comunicación integrado. SIP está a cargo únicamente de iniciar un diálogo entre interlocutores y de negociar los parámetros de comunicación, especialmente en relación con los medios implicados (audio, vídeo) El protocolo SDP (Protocolo de descripción de sesión) describe las características de los medios.

Al igual que cualquier protocolo emergente de gran importancia para el futuro de la Voz sobre IP. El objetivo y ámbito del protocolo SIP seguirá el proceso de los estándares de la industria (IETF) y aumentará progresivamente el nivel de servicios de cada aplicación según vaya avanzando el mercado.

4. ACTUALIDAD ECONÓMICA Y MERCADOLÓGICA DE LA TELEFONÍA IP

4.1 Mercado de servicios de telefonía IP para PYMES

El concepto PYME o pequeña y mediana empresa, en términos generales se entiende por una empresa de facturación moderada que no tiene demasiado personal y que la inversión en tecnología debe ser analizada y optimizada al máximo para tener un retorno de inversión a corto plazo. Un rubro tecnológico clave es la comunicación de esta PYME hacia otras empresas con las cuales creará un entorno de negocios.

Sea cual sea el sector de actividad de la PYME, su principal herramienta de comunicación sigue siendo el teléfono. En principio, éste es el medio que su equipo utiliza para comunicarse con los clientes, y el que éstos utilizan para comunicarse con usted.

La telefonía IP es una transformación hacia tecnologías más innovadoras; cuando la empresa está lista para ofrecer más servicios a los clientes y mejorar sus procesos empresariales, la telefonía IP es más sencilla facilitando y abaratando las migraciones de un ambiente TDM.

La comunicación en una PYME bajo telefonía IP reduce gastos, transportando voz y datos por la misma infraestructura. Sus servicios de teléfono y datos convergen en una misma red. Todas las soluciones que se necesitan para mantener la conexión al mínimo coste, las sucursales u oficinas remotas pueden beneficiarse de los mismos servicios disponibles en la sede central, tales como Movilidad WiFi de voz y datos dentro, comunicaciones móviles donde los empleados pueden trabajar y acceder desde su computadora personal a la información clave en cualquier lugar de la empresa, comunicaciones unificadas para que los colaboradores de la empresa aumenten la eficacia y productividad internas mediante una potente combinación de telefonía empresarial, correo electrónico, acceso compartido a agendas, directorios, archivos y carpetas.

Un mercado en el que la telefonía IP ha tomado auge es el de las comunicaciones unificadas donde proporcionan a las PYMES servicios de mensajería unificada, conferencia de audio, datos y vídeo, enrutamiento personal, mensajería instantánea, capacidades sofisticadas de Softphone, acceso al directorio universal e información de presencia. Pero lo que es único en el conjunto de comunicaciones unificadas es la capacidad para integrar todas o algunas de estas funciones en el entorno empresarial existente y la habilidad para acceder a ellas cuando se está fuera de la oficina con cualquier dispositivo.

El aprovechamiento de estas eficiencias de comunicación proporciona los siguientes beneficios empresariales:

- Mejora de la productividad, los empleados están sobrecargados con la gestión de múltiples dispositivos y cientos de comunicaciones al día (email, mensajería vocal, faxes, SMS, IM, etc.) Con UC, las comunicaciones se pueden manejar de forma más eficiente con capacidades de mensajería unificada, directorio unificado y otras funciones que hacen las tareas diarias más fáciles.
- Reducción de costes, la minimización de los costes será siempre un reto empresarial. Las comunicaciones unificadas ayudan a reducir los costes de operación como: reducción de tiempo de ejecución, accesibilidad de los empleados a los servicios desde cualquier dispositivo, capacidades de enrutamiento e información de presencia.

Otro servicio que es relevante en muchos entornos empresariales, es el de la movilidad para los empleados por medio de WIFI. Los teléfonos móviles IP permiten a las empresas aprovechar una infraestructura de voz y datos convergente para mejorar de manera importante la movilidad, la capacidad de respuesta y la productividad de los empleados.

Los teléfonos inalámbricos móviles IP aportan una gran multitud de funciones y se diseñan para soportar una amplia gama de aplicaciones empresariales. Algunos beneficios que pueden obtener las empresas al utilizar los servicios de telefonía IP por WIFI:

- Beneficios por ahorro de tiempo en las aplicaciones de voz y datos.
- Servicios telefónicos como visualización del nombre del llamante si figura en el directorio.
- Excelente calidad de voz en todo el lugar de trabajo.

La mayoría teléfonos inalámbricos móviles IP se actualizan por medio de un cliente TFTP integrado, por tanto los teléfonos se pueden actualizar con nuevos protocolos, funciones y capacidades en cuanto están disponibles. Basados en estándares globales para LAN inalámbricos, los teléfonos inalámbricos simplifican la infraestructura de red al permitir un tráfico combinado de voz y datos sobre una red inalámbrica común.

4.2 Negocios sobre telefonía IP para PYMES

La Telefonía IP viene a transformar el negocio de las comunicaciones en general, negocios como los contact centers, servicios de video-conferencias e E-commerce extraen todos los beneficios que tiene esta tecnología.

Hoy en día, el teléfono constituye el primer punto de contacto y el medio de comunicación preferido entre una empresa y sus clientes. Como resultado, la calidad del servicio ofrecido a través del teléfono es esencial para la administración y la conservación de las relaciones con los clientes. Los resultados más destacados son ventaja competitiva y crecimiento empresarial.

Un centro de contacto inicial podría ser el Greeting Assistant. Se trata de una aplicación integrada que usa las funciones de un teléfono IP para crear un sencillo sistema de distribución de llamadas. Podrá crear colas de espera con anuncios para recibir las llamadas entrantes y remitir las llamadas a la persona correcta de forma sencilla. Es fácil de usar y de configurar: ideal para las pequeñas empresas.

El concepto de centro de contacto ha evolucionado con la introducción de la telefonía IP; desde la gestión básica de llamadas de teléfono a un centro de información e interacción de clientes que admite varios tipos de acceso a medios. Según su grado de sofisticación, un centro de contacto requiere uno o varios de estos elementos:

- Distribución automática de las llamadas a un grupo de agentes.
- Campañas de salida automáticas, que inician llamadas y presentan los clientes llamados a los agentes disponibles.
- Funciones de combinación de llamadas que cambian automáticamente entre llamadas entrantes y salientes, según los volúmenes de tráfico.
- CTI (Integración de telefonía y ordenador) con el sistema de información empresarial.

- Informes en tiempo real e históricos integrados sobre componentes individuales o combinados del centro de contacto

La operación de servicio en un contact center puede ser mas escalable, utilizando agentes remotos por medio de una infraestructura IP, proveyendo a dichos agentes de herramientas integradas a un sistema de escritorio tales como softphones, aplicaciones CTI, e-mail y chat.

Otro negocio que esta tomando fuerza conjuntamente con la telefonía IP es la video-conferencia, ya sea conferencia individuales o conferencias multipunto. Una video-conferencia se puede definir como un conjunto de tecnologías de telecomunicación interactiva que permiten que dos o más lugares interactúen a través de video y audio en dos vías.

Las tecnologías para videoconferencia suponen actualmente una alternativa creciente a los viajes de negocios, porque ya no son herramientas reservadas únicamente a la dirección general, sino que cada vez más cualquier empleado de la empresa puede utilizar este sistema para comunicarse entre diferentes sitios.

En los últimos años el coste de los equipos de videoconferencias se han moderado permitiendo a las pequeñas y medianas empresas acceder a esta tecnología, la mejora de la calidad en la transmisión de datos, voz y video a

través de una conexión IP permite actualmente, pues, que dos pequeñas empresas puedan realizar sus reuniones de manera telemática desde equipos de costes muy competitivos que utilizan esta infraestructura.

A pesar de que la videoconferencia es una solución más económica y rápida para comunicarse aumentando así la productividad y ahorrar tiempo en reuniones en el entorno empresarial, el contacto personal sigue siendo uno de los principales motivos para desplazarse en viajes de negocios.

Aunque existen PYMES que uno de los motivos por las que se inclinan por estos medios es que disminuyen el estrés de los empleados, al no tener éstos que hacer desplazamientos extra.

Las empresas que todavía no usan la videoconferencia creen que recortar gastos y las repercusiones positivas que puede tener el medio ambiente son los principales beneficios que tendrían si implantaran este sistema de comunicación.

Las soluciones de vídeo tienen como fin principal ofrecer experiencias de comunicación visual de alta definición muy potentes en ordenadores de sobremesa, salas de reuniones, salones de conferencias, etc. Las organizaciones utilizan soluciones basadas en los más elevados estándares, para aumentar la eficacia, ampliar los conocimientos y acelerar la toma de decisiones por todos sus departamentos y puntos geográficos. Integradas a la

perfección en las aplicaciones para el flujo de trabajo propio de las empresas líderes en el mercado.

La unión internacional de telecomunicaciones (ITU) tiene tres estándares para videoconferencia:

- ITU H.320 es un estándar para realizar videoconferencia a través de ISDN o PSTN.
- ITU H.323 es conocido como un estándar para transportar aplicaciones multimedia en una LAN.
- ITU H.324 es el estándar de transmisión sobre POTS.

4.3 Futuro de la telefonía IP en PYMES guatemaltecas

Los tradicionales operadores de telefonía local y de larga distancia están enfrentando una creciente competencia por parte de los servicios Voz sobre IP, ya que el bajo costo y la penetración de la banda ancha y el triple-play están impulsando su expansión. Para llevar la telefonía IP un paso más allá, los proveedores de este servicio tienen que garantizar la eficiencia de

funcionamiento y la calidad del servicio, junto con una amplia distribución y estrategias para promocionar sus beneficios.

Las tecnologías convergentes para Telefonía IP, y la oferta de paquetes móviles con tecnología de tercera generación están ganando terreno impulsadas especialmente por la dependencia de los clientes hacia las comunicaciones de voz, y del costo de los servicios, lo que reduce los ingresos de los servicios tradicionales de telefonía fija. Además, nuevos proveedores del sector como empresas de Internet, TV por cable con estrategias de negocios innovadoras, están introduciendo productos sustitutos que compiten con los tradicionales servicios de voz fijos.

Sin embargo, el escaso conocimiento por parte de los usuarios, baja calidad de las llamadas, y un casi inexistente esfuerzo de promoción de los servicios telefonía IP dificulta a los proveedores de estos servicios ampliar su participación en los ingresos de este sector. Para cambiar este paradigma es fundamental mejorar el conocimiento de los aspectos técnicos y operativos, ofrecer un soporte de pre-venta eficiente como puntos de venta físicos, servicios al cliente y ofrecer paquetes de servicios de valor agregado. Lo más importante es que la calidad de las llamadas tiene que ser impecable, para atraer y retener a los usuarios de telefonía fija.

El precio es la mayor motivación y, a la vez, la mayor barrera para la migración a la telefonía IP en las empresas, el bajo precio de las llamadas telefónicas es el mayor incentivo de la migración a la telefonía IP. Sin embargo,

el factor del precio de la migración es el mayor elemento disuasivo; es contradictorio que el precio sea el mayor incentivo y la mayor barrera.

Esto se debe a que la telefonía IP está necesariamente vinculada a inversiones de gran valor que sorprenden a las empresas. Aparte de los gastos relacionados con la implementación, propiamente tal, las empresas enfrentan el gasto adicional de una actualización de la red, en caso que el tráfico digital crezca demasiado y es un hecho que crecerá el tráfico en la red de datos.

La comunicación de datos y voz inalámbrica ha eliminado la necesidad de conexión por medio de cables. En el punto en que se cruzan la telefonía IP y las comunicaciones inalámbricas se encuentra la movilidad empresarial, es decir, la libertad de poder ser una empresa dondequiera que se encuentre. Por ejemplo, con un Softphone el trabajador a distancia puede recibir en su casa o en otro lugar llamadas hechas a su oficina, pueden tener acceso a las funcionalidades de comunicación que tiene en la oficina, como transferencia de llamadas, marcación abreviada, conferencia de llamadas y llamada en espera, todos los servicios presentes en la empresa pueden gozarse de igual manera fuera de ella.

El servicio más novedosos y de última tecnología amarrado a la telefonía IP es el famoso Triple Play, puesto que es el futuro cercano para el desarrollo integral de comunicación entre hogares. La diferencia que distingue a esta nueva categorización de tecnología consiste en que todos los servicios se sirven por un único soporte físico, ya sea cable coaxial, fibra óptica, cable de par trenzado, red eléctrica, o bien microondas; se caracteriza por posibilitar un

servicio más personalizado al usuario debido a que el cliente dispone de los servicios y contenidos que él desea utilizar en el momento idóneo. La mejora en la calidad de los servicios, llegando hasta los hogares la calidad digital. Nuevas posibilidades en telefonía y un abaratamiento del acceso a Internet.

5. PROPUESTA Y DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONÍA IP, EN UNA PYME

5.1 Análisis sobre las necesidades para implementar telefonía IP en una PYME

Inicialmente una PYME debe cuestionarme lo siguiente ¿Cuáles son las principales razones para implementar la Telefonía IP de ahora mismo?

1. Migración y flexibilidad de la solución, IP puro en una nueva sucursal, híbrido en la oficina central, combinaciones de IP con teléfonos analógicos.
2. Protección de la inversión, se puede reutilizar hasta el 85% de la infraestructura actual, red de datos, teléfonos.
3. Aplicaciones extendidas, mejorando la productividad de los empleados extendiendo la funcionalidad de la oficina central a las sucursales.
4. Continuidad de los negocios, con un plan donde las comunicaciones son una ventaja clave en vez de un riesgo clave.

5. Productividad, los empleados móviles tengan accesibilidad basada en un solo nombre y un solo número, conectados a la organización como si estuvieran en la oficina.

6. Ahorro de costos, reduciendo los cargos derivados de comunicaciones ya sea con operadores locales o llamadas de larga distancia.

7. Experiencia y Soporte, los Servicios Globales del proveedor de la solución de telefonía IP debe ofrecen servicios de soporte, diseño, implementación y gestión para fortalecer la capacidad de cualquier personal de IT.

8. Confiabilidad, el sistema más sólido en cuanto a confiabilidad, reforzado por el monitoreo y mantenimiento a distancia basados en las herramientas de diagnóstico.

Por último, la pregunta clave no es si migrar a la Telefonía IP, sino cómo hacerlo. Uno de los caminos posibles protege la inversión en infraestructura de la compañía, otro construir una infraestructura convergente desde cero. Es importante elegir una solución que soporte la vía de migración seleccionada y que, al mismo tiempo, proteja la inversión de la compañía.

Para los gerentes de IT, el desafío reside en aprovechar las aplicaciones, la capacitación de los usuarios y las inversiones en infraestructura ya existentes, mientras se despliegan soluciones nuevas que satisfarán sus necesidades futuras.

Las soluciones de telefonía IP totalmente distribuida pueden ser completamente nuevas, o extender las inversiones existentes en aplicaciones, servidores, Gateways y teléfonos; los proveedores del hardware para telefonía IP proporcionan soluciones por etapas para habilitar las centrales telefónicas existentes para la telefonía IP, permitiendo que los clientes puedan iniciar la implementación con bajos riesgos y a costos reducidos. Todas estas opciones ofrecen flexibilidad para soportar la transición de una organización hacia la telefonía IP.

Si la empresa ya se decidió a evolucionar en sus comunicaciones, el siguiente paso hacia la telefonía IP, es migrar de una manera rentable. Y dependerá de cómo la solución y las aplicaciones de telefonía IP y se adapten a las necesidades de la empresa, mientras satisfacen los requerimientos de IT en cuanto a confiabilidad, seguridad y administración.

El mercado de la telefonía IP se fusionó alrededor de una arquitectura común que consiste en servidores abiertos, Gateways altamente distribuidos que conectan la telefonía IP a los elementos TDM tradicionales, y una importante gama de nuevos dispositivos de acceso, que incluyen teléfonos IP, teléfonos inalámbricos, teléfonos IP basados en software, PDAs, y más.

Las aplicaciones para comunicaciones están basadas en estándares abiertos y pueden ser adaptadas para cumplir con las necesidades específicas de cada cliente y adaptarse a empresas de todo tamaño. Cualquier evaluación de una solución de telefonía IP debería incluir un análisis minucioso del Costo Total de inversión, que compare las características, los costos y el retorno de la inversión de las soluciones de los distintos proveedores.

Por último, las redes convergentes exigen seguridad que expande las tradicionales políticas y procedimientos de seguridad de los datos, a fin de proteger la privacidad de toda la información de la red, incluyendo el tráfico de telefonía IP, dado que la telefonía IP puede introducir puntos de entrada no autorizados a la red. Además, las prácticas tradicionales de seguridad de datos pueden afectar la calidad de voz de la telefonía IP si no se ajustan correctamente. Por ende, es necesario diseñar una red convergente que cumpla con las políticas de seguridad de IT para voz y datos, y que, al mismo tiempo, no obstaculice la ejecución de las aplicaciones críticas para la red.

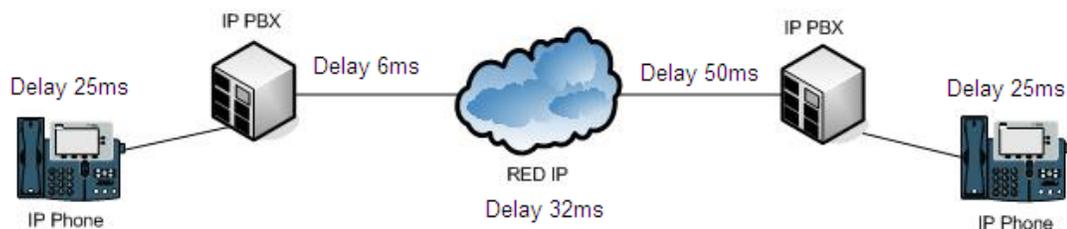
Los servicios de seguridad convergente se inician con una Evaluación de Seguridad, que tiene por objeto identificar las brechas o puertas traseras en la red que podría aprovechar un atacante. El Desarrollo de la Política de Seguridad define los procedimientos, las responsabilidades, los controles y las medidas de seguridad necesarios para proteger los activos en un entorno convergente. La Arquitectura y el Diseño garantizan que las medidas de seguridad definidas en una política se incorporen en el diseño del marco de seguridad.

5.2 Análisis sobre la infraestructura de red y telefonía en la PYME

Antes de iniciar el análisis a la infraestructura de red de datos y red telefónica en una PYME, primero se debe definir ciertos conceptos que ayudaran a entender y complementar un diseño actual o futuro.

- Retardo de transferencia, se define como el tiempo que paquete tarde en cruzar la red.
- Tasa de pérdida, relación entre la cantidad de paquetes perdidos y la cantidad de paquetes transmitidos.
- Retardo de tránsito, no es más que el tiempo que tarda un paquete de voz llegar desde donde se inicio la llamada hasta donde finalizará dicha llamada.

Figura 10. Transit delay



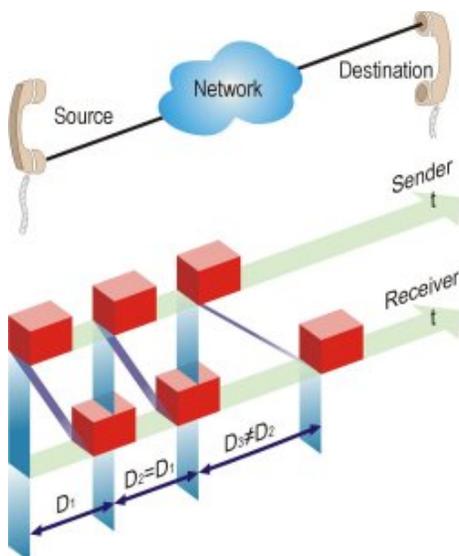
El retardo de transito puede impactar en una comunicación de voz de la siguiente manera:

Tabla I. Impacto contra retardo

Tiempo	Efecto
$t < 100\text{ms}$	El usuario no nota el retardo
$100 < t < 300$	El usuario nota cierto retraso en las palabras
$T > 300$	El usuario nota la perdida de palabras

- Jitter, se define como la variación en el retardo, en términos simples la diferencia entre el tiempo en que llega un paquete y el tiempo que se cree que llegara el paquete; el jitter puede generarse por congestión en la red, características del equipo, desempeño, etc.

Figura 11. Jitter



- Calidad de servicio, son aquellas tecnologías que garantizan la óptima transmisión de datos en un tiempo dado, creando colas y priorizando el tráfico Ethernet.

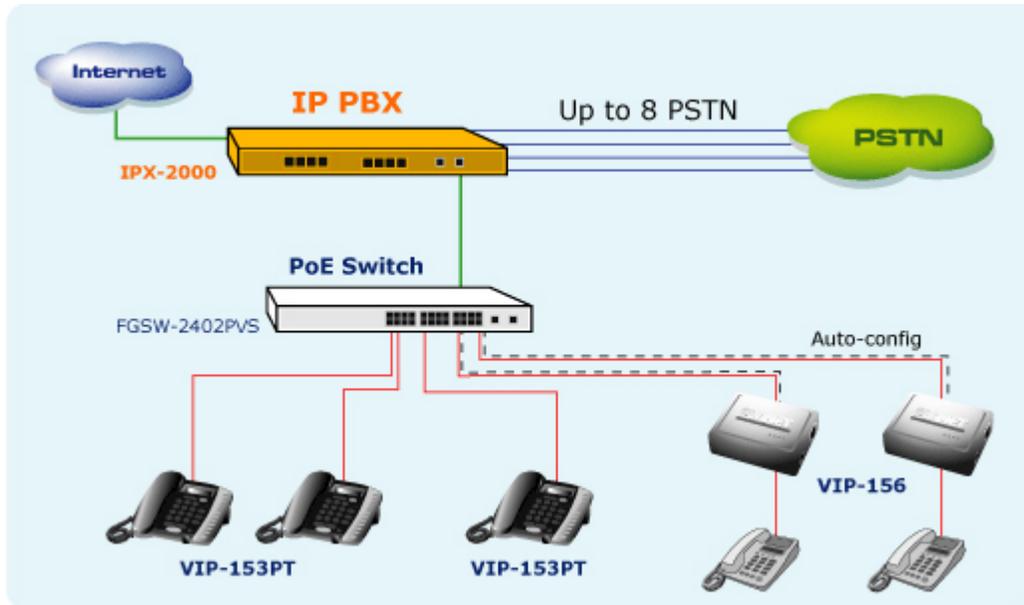
El análisis de red es necesario para identificar los puntos clave y así evaluar el rendimiento de la red LAN/WAN con tráfico VoIP.

Una solución VoIP implementada en una red LAN es el primer escenario para análisis, los dispositivos IP involucrados en este entorno son teléfonos IP, aplicaciones VoIP y Switches. Un punto a considerar en este escenario es la topología utilizada en la red LAN, si es un entorno plano que maneje un solo segmento de direccionamiento IP todo el tráfico Ethernet se producirá en la capa 2 del modelo OSI.

El siguiente punto a analizar es si las aplicaciones ejecutándose en una red LAN impactan al tráfico VoIP que se desee hacer pasar por el medio Ethernet. Generalmente en una PYME el tráfico de aplicaciones se basa en navegación al internet, correo electrónico y transacciones de bases de datos.

Por último, hay que identificar aquellas herramientas que nos permitan tener una gestión y una medición del desempeño del tráfico en la red LAN, los reportes que generan estas herramientas de gestión permiten generar graficas y estadísticas para un análisis profundo de la red LAN.

Figura 12. Entorno VoIP en una red LAN



El siguiente escenario a analizar para aplicar telefonía IP es entre 2 sitios geográficamente distantes, por ejemplo entre una sede central y una sucursal, las cuales están enlazadas por enlaces dedicados o por conexiones virtuales a través del internet.

Para implementar telefonía IP bajo este esquema se debe realizar un primer análisis sobre la infraestructura WAN que posea la empresa, el tipo de enlace proporcionado por el ISP que puede ir desde ATM, frame relay hasta enlaces IP clear channel. El tipo de enlace es de suma importancia ya que el proveedor de servicios debe garantizar la calidad de servicio sobre paquetes de voz en todo el trayecto del enlace.

Un punto crítico a analizar y definitivamente el más importante en una topología WAN es el Ancho de Banda que posea el enlace o conexión entre la sede central y el sitio remoto. El ancho de banda dará una referencia de la cantidad de llamadas permitidas entre sitios; el departamento de tecnología de la empresa debe considerar alquilar o rentar un ancho de banda adecuado no solo para la transmisión de VoIP, sino también para la transmisión de datos transaccionales como tráfico de base de datos, correos electrónicos, aplicaciones web, etc.

Los proveedores del enlace deben tener en consideración un plan de direccionamiento IP para anticipar crecimiento o un posible impacto para las aplicaciones o servicios que la empresa requiera actualmente o a futuro inmediato.

Figura 13. Entorno VoIP en una red WAN

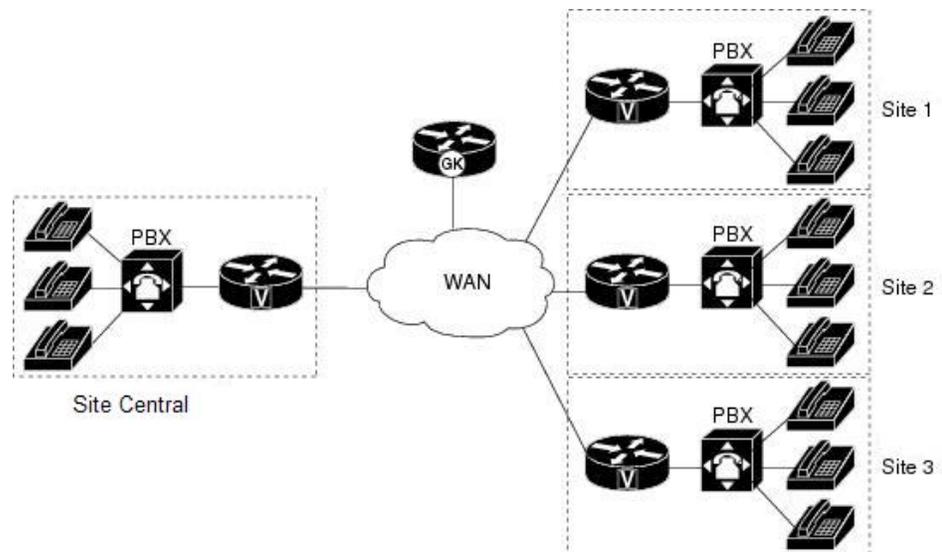


Tabla II. Ancho de banda acorde al códec utilizado

Codec	Bit Rate	Time	Pkg/seg	RTP	Tamaño	BW IP Kb/s	BW Eth Kb/s
G. 723.1	6.4 Kb/s	30 ms	33.3	24	64 Bytes	17.1	27.2
G. 729	8 Kb/s	30 ms	33.3	30	70 Bytes	18.7	28.8
G. 711	64 Kb/s	30 ms	33.3	240	280 Bytes	74.7	84.7
FAX	9600 b/s	40 ms	25	48	77 Bytes	15.4	23

5.3 Rediseño de la infraestructura de telecomunicaciones para telefonía IP, en la PYME

Después de analizar la infraestructura de red en la empresa para implementar telefonía IP, se debe decidir si es necesario realizar un rediseño de la misma. Un replanteamiento en el diseño original de la red implica realizar cambios desde cableado estructurado hasta la central telefónica.

La tendencia hacia una red de voz y datos en una empresa continúa a través de la convergencia simple de la red del equipo activo, servicios y aplicaciones. Los sistemas de la red y las aplicaciones basadas en internet continuamente requieren más ancho de banda y mayores velocidades para operar a todo su potencial. Estos requerimientos en expansión deben ser considerados para todas las opciones del equipo que conforma la infraestructura tecnológica de la empresa. Las Soluciones de Cableado se basan en estándares para distintas opciones desde cable categoría 5e hasta cable categoría 7A que es el sistema de cableado de cobre de más alto

desempeño disponible en la industria, las soluciones de cobre 10G 6A y soluciones XGLO de fibra óptica.

La mayor parte de las redes empresariales tienen infraestructuras basadas en Ethernet, donde los conmutadores para grupos de trabajo aportan la mayor parte de los puertos de conmutación necesarios, lo que las convierte en un entorno idóneo para aplicar mejoras de rendimiento podrá suministrar alimentación por Ethernet (PoE - 802.3af) en entornos de varios edificios dispersos, con conectividad PnP para puntos de acceso de LAN inalámbrica, PBX, teléfonos IP y otros dispositivos de red.

Los Switches Ethernet apilables son conmutadores de configuración fija que ofrecen las funciones y los servicios avanzados que requieren los usuarios, proporcionando transmisión de capa 2 a velocidad de cable y servicios avanzados de capa 2 y 4. También admiten calidad de servicio avanzada con capacidades de clasificación de usuarios y tráfico para un rendimiento excepcional de vídeo, voz y datos.

Los Switches apilables poseen un conjunto completo de funciones, convirtiéndolos en un conmutador ideal para:

- Grupos de trabajo corporativos / armarios de cableado de redes LAN.

- Implantaciones periféricas, pequeñas y medianas empresas y sucursales Alimentación a través de Ethernet.
- Dispositivos de distribución de acceso Ethernet residencial (MDU por planta / edificio) para suministrar servicios Triple Play.

Otro dispositivo a tomar en cuenta para un rediseño de la red es el router que a menudo es responsable de la aplicación de la calidad del servicio a través de una WAN, por lo que deben tener una memoria considerable, múltiples interfaces WAN, y transformación sustancial de inteligencia para la aplicación de calidad de servicio; sin dejar de olvidar que también pueden proporcionar conectividad a los grupos de servidores o redes externas.

El principal objetivo es integrar múltiples servicios en una sola plataforma, tales como:

- Procesador de señal digital integrado para tratamiento telefónico.
- Selección de interfaces opcionales.
- Administración remota.

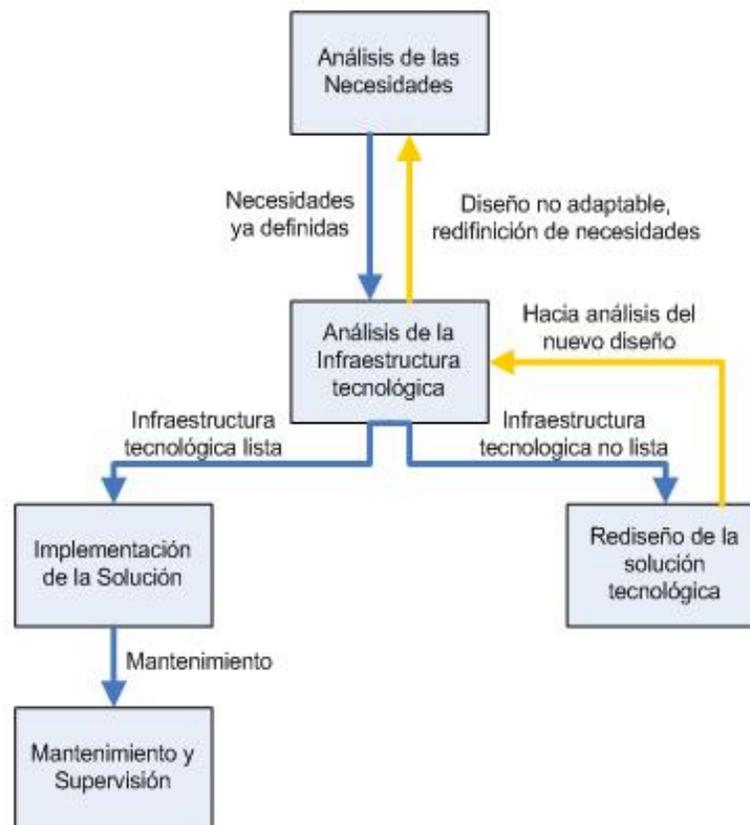
- Diseño de software modular.

Por último, el principal dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura de telefonía IP encargado de proporcionar el control y procesamiento de llamadas, entre otros servicios sobre una red de conmutación de paquetes es el servidor de comunicaciones o IP PBX.

El servidor de comunicaciones actúa como gestor en el momento de interconectar las redes de telefonía tradicional con las redes de conmutación de paquetes, buscando como objetivo final lograr la confiabilidad y calidad de servicio similar a la que brinda una red de conmutación de circuitos con un menor precio.

5.4 Pasos y propuesta para la implementación de una red de telefonía IP, en una PYME

El proceso global para la implementación de una red de telefonía IP es el siguiente:



El diagrama de flujo muestra fase a fase el proceso para realizar un diseño óptimo y funcional de una red de telefonía IP.

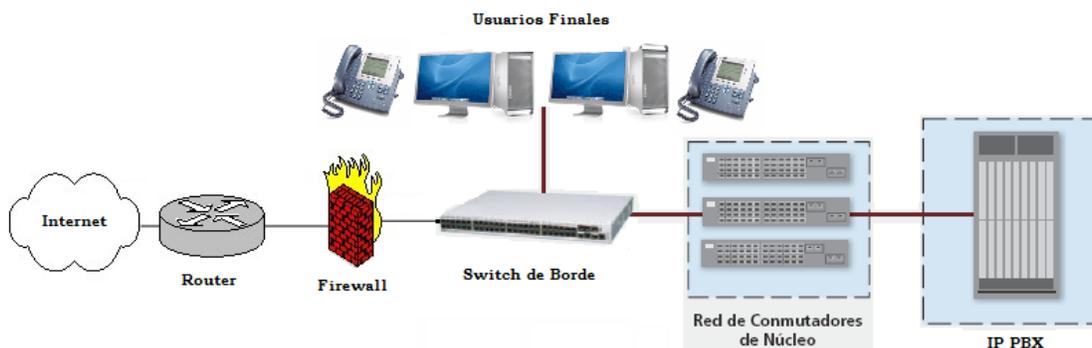
Las PYMES pretenderán sacar el máximo provecho a la telefonía IP y a continuación se realiza la siguiente propuesta para adaptar su red y su infraestructura de Internet y conseguir así los mejores resultados en el desarrollo de sus proyectos de voz digital.

1. Si la PYME en la que se va a llevar a cabo la implantación aún dispone de cables obsoletos a 10 Mbit/seg es necesario realizar una instalación de cableado estructurado que pueda soportar como mínimo 100 Mbit/seg. En el mercado se encuentra gran variedad de marcas para realizar cableados estructurados, hoy en día se utiliza cable UTP categoría 5e o categoría 6.
2. Uno de los temas más importantes de la telefonía IP es comprender cómo se proporciona la calidad del servicio (QoS) a lo largo de toda la infraestructura de red. La calidad de la voz está directamente relacionada con la latencia de la red y los retrasos en la entrega de paquetes pueden producir interferencias y degradar la calidad del audio. Los Switches de Core y borde deben migrarse a equipos capaces de poder administrar calidad de servicio al tráfico de voz por medio de técnicas a nivel de capa 2 como 802.1p o DSCP y a nivel de capa 3 por medio de políticas de encolamiento de tráfico de voz.
3. Puede que la PYME sea capaz de salir adelante con una solución de central telefónica digital únicamente para realizar y recibir llamadas. A medida que la organización va creciendo la demanda de mayores servicios o valores agregados que puede ofrecer la comunicación IP

hace imprescindible que se considere migrar a una solución de servidor de comunicaciones totalmente IP.

4. El proveedor de enlaces o Internet es quien provee los Routers de entrada y salida hacia el Internet y es necesario que este equipo maneje calidad de servicio para los paquetes de voz, conectado a una interfaz del router está el firewall el cual permite y deniega el tráfico entrante y saliente de la red LAN, el firewall puede asegurar que los usuarios puedan crear conexiones virtuales para utilizar softphones y crear un ambiente móvil.
5. De la misma forma en una red WAN en una red LAN nunca se tiene el suficiente ancho de banda para transmitir datos, especialmente si se tiene intención de implementar telefonía IP. Para ello, es importante analizar las necesidades de acceso a la Red y ancho de banda para asegurarse de que se trabaje de manera conjunta el tráfico de voz con el tráfico datos de aplicaciones.

Figura 14. Diagrama propuesto para una red de telefonía IP



Mantenimiento y supervisión de la solución de telefonía IP

Una solución de telefonía IP requiere un mantenimiento y supervisión constante en base a un conjunto de aplicaciones y herramientas de administración de red que simplifican la gestión de los dispositivos de trabajo en una red de comunicaciones IP. Las soluciones de administración y supervisión deben permitir observar la actividad de la red, configurar y solucionar los problemas de cada dispositivo, así como administrar una red completa desde una sola plataforma.

Las aplicaciones de supervisión tienen una arquitectura cliente/servidor que permite a muchos usuarios acceder simultáneamente a sus servicios. Ofrece administración a nivel de red, a la vez que proporciona acceso a varios gestores de elementos, ofrece una gestión unificada, visibilidad en toda la red, gestión de elementos, gestión de VLANs, calidad de servicio basada en políticas y gestión centralizada para cada dispositivo en la red, todo ello dentro de una arquitectura escalable

Una herramienta de gestión y supervisión debe contener las siguientes funciones de administración de red esenciales de rendimiento y mantenimiento:

- Descubrimiento de todos los dispositivos activos en la red de telefonía IP sin importar proveedor.
- Mapas de topología con enlaces de interconexión e información acerca del rendimiento.

- Administración y seguridad multinivel, incluyendo acción a partir de eventos, los cuales están basados en perfiles de severidad y de acción.
- Monitorización de estadísticas y observación de la solución mediante alarmas y umbrales.
- Informes de inventario y características de auditoría de Switches, Routers e IP PBX.
- Localizador para el mapeo de dispositivos basados en la ubicación de puertos y direcciones IP/MAC.

Como parte de un plan de mantenimiento de la solución de telefonía IP implementada, la red LAN debe certificarse periódicamente, actualizar el sistema operativo de Switches y Routers para explotar nuevas funcionalidades relacionadas a VoIP y por ultimo mantener actualizado el servidor de comunicaciones en hardware y software.

La solución de telefonía IP debidamente supervisada y administrada puede representar el retorno de inversión proyectado al inicio del proyecto y generar un ahorro en comunicaciones, como optimizar los recursos tecnológicos de la empresa al máximo.

CONCLUSIONES

1. El desarrollo de las telecomunicaciones ha ayudado a la proliferación de la telefonía IP en las empresas. La necesidad de comunicación para las empresas ha impulsado la creación de nuevas tecnologías para transmitir la voz humana por una red IP.
2. Con base a la cantidad de llamadas que la empresa necesita realizar y al servidor de comunicaciones IP, se puede determinar qué protocolo de compresión de voz se debe implementar en la topología y así optimizar el ancho de banda para soportar la mayor cantidad de llamadas simultaneas.
3. En el mercado de las telecomunicaciones ha surgido una gran variedad de soluciones para telefonía IP, sin embargo, la elección de la mejor, queda determinada por las necesidades de la empresa y las funcionalidades que el servidor de comunicaciones IP posea, sin olvidar la integración que exista con los sistemas ya existentes en la compañía.
4. Antes de proponer e implementar una solución de telefonía IP es necesario realizar un análisis económico, como del entorno tecnológico que dispone la PYME y decidir en base a este análisis la factibilidad que se tiene para implementar un proyecto de telefonía IP.

5. Los negocios que mayor provecho están obteniendo de la telefonía IP son los Centros de Contacto, ya que pueden tener agentes remotos distribuidos en cualquier parte geográfica, atendiendo a los clientes continuamente y con un alto grado de satisfacción.

6. Cualquier solución de telefonía IP debe tener una supervisión y mantenimiento a nivel de hardware y software. La supervisión de la solución permitirá un ahorro futuro en la infraestructura tecnológica que conforma la solución de comunicaciones IP.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario y fundamental realizar un análisis de la infraestructura tecnológica que posea la PYME antes de decidir implementar telefonía IP. Sin dicho análisis
2. Con referencia al tipo de comunicación que se maneje, es necesario implementar un sistema de seguridad y así asegurar la fiabilidad, exactitud de la información que se transmite por los canales IP.
3. Es importante implementar un plan de mantenimiento para la solución de telefonía IP que se seleccione. Generalmente los servidores de comunicaciones necesitan ser actualizados a los últimos parches y así optimizar los servicios que estos prestan. Además, la infraestructura de red necesita un mantenimiento a nivel físico, como del equipo activo que lo conforma.
4. La inversión inicial para implementar un solución de telefonía IP es bastante alta, en comparación a una solución de telefonía TDM. A partir de esta premisa el Retorno sobre la inversión debe proyectarse y tomar en cuenta aquellos gastos de servicios que serán ahora provistos por la solución IP.

BIBLIOGRAFÍA

1. Heywood, Drew. *Redes con Microsoft TCP/IP*. 3era. Edición Madrid: Prentice Hall, 1999. 826 pp.
2. Tanenbaum, Andrew S. *Redes de Computadoras*. 4ta. Edición México: Prentice Hall, 2003. 912 pp.
3. Davidson, Jonathan. *Voice over IP Fundamentals*. 1era. Edición Estados Unidos: Cisco Press, 2000. 239 pp.
4. AVAYA, *Manual Voice over IP*. 1era. Edición Gran Bretaña: Director Publications Ltd. 2005. 42 pp.
5. CISCO, *Manual Cisco IP Telephony Network Design Guide*. 1era. Edición Estados Unidos: Cisco System Inc. 2000. 262 pp.
6. ALCATEL University, *Manual VoIP Network Compliance Assessment*. Curso fundamental training. Estados Unidos. 191 pp.
7. ITU, *Norma H.323 Sistemas de comunicación multimedia basados en paquetes*. 2006. 344 pp.
8. ITU, *Norma H.225 Protocolos de señalización de llamada y paquetización de trenes de medios para sistemas de comunicación multimedios por paquetes*. 2003. 204 pp.
9. ITU, *Norma H.245 Protocolo de control para comunicación multimedios*. 2001. 318 pp.

10. ITU, *Norma Q.931 Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de la llamada básica*. 1998. 351 pp.
11. Alcatel-Lucent, *Manual Alcatel-Lucent OmniPCX Enterprise Communication Server*. 2008. 700 pp.
12. Website Avaya.
<http://www.avaya.es/gcm/emea/es/tasks/learn/facts/iptelephony/qa1/iptelephony.htm> : Abril 2008.
13. Website Avaya.
<http://www.avaya.es/gcm/emea/es/tasks/learn/facts/iptelephony/qa2/firststep.htm> : Abril 2008.
14. Website Abril Avaya.
<http://www.avaya.es/gcm/emea/es/tasks/learn/facts/iptelephony/qa7/top.htm> : Abril 2008.
15. Website voip-info.org <http://www.voip-info.org/wiki/view/What+is+VOIP>: Mayo 2008.
16. Website Instituto Tecnológico de la Paz. Mexico D.F. <http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/redes/index.htm> : Julio 2007.
17. Website Universidad Complutense. Madrid, España
<http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/telefono.htm> : Julio 2007.
18. Website Fundación Telefonica
<http://www.fundacion.telefonica.com/museo/educa/recur/invent/34.html>: Febrero 2008.

19. Website at&t Enterprise http://www.corp.att.com/latin_america/products: Septiembre 2007.
20. Website Verizon <http://www.verizonbusiness.com/worldwide/products/voip>: Noviembre 2007.

Filename: Tesis Estudio, Análisis y propuesta para la implementación de una red
de telefonía IP, en una PYME.docx
Directory: C:\Documents and Settings\Edgar\My Documents
Template: C:\Documents and Settings\Edgar\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title: 1
Subject:
Author: EAEA
Keywords:
Comments:
Creation Date: 2/3/2009 11:09:00 PM
Change Number: 3
Last Saved On: 2/8/2009 8:43:00 PM
Last Saved By: Netco
Total Editing Time: 16 Minutes
Last Printed On: 2/8/2009 8:43:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 135
Number of Words: 18,177 (approx.)
Number of Characters: 103,612 (approx.)