

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

Soluciones VoIP Corprotativa

Autor: Carlos Ignacio Sierra Galván

**Tesina presentada para obtener el título de:
Lic. En Comercio Internacional**

**Nombre del asesor:
Edwin Castro Morales**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**UNIVERSIDAD
VASCO DE QUIROGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

“Soluciones VoIP Corporativa”

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTA

Carlos Ignacio Sierra Galván

ASESOR

Ing. Edwin Castro Morales

CLAVE: 16PSU0049F

ACUERDO: LIC100846

MORELIA, MICHOACÁN

JULIO-2012

Dedicatoria

Este logro se lo dedico principalmente a mi familia que siempre fue y es mi apoyo incondicional y que gracias a ella voy logrando cada uno de los objetivos que me voy proponiendo.

Tambien lo dedico a los maestros que en base a su dedicación lograron instruirme, educarme, compartirme sus conocimientos y experiencias.

GRACIAS...

ÍNDICE GENERAL

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	V
OBJETIVOS	VI
JUSTIFICACION	VII
CAPÍTULO 1 REDES ORIENTADAS A TELEFONIA IP	1
1.0 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 REDES.....	1
1.1.1 <i>Tipos de Redes.</i>	1
1.2 REDES CONMUTADAS	2
1.3 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)	4
1.4 PROTOCOLO DE INTERNET (IP)	5
1.5 RED DE DATOS.....	6
1.6 TRANSMISIÓN DE DATOS	8
1.6.1 <i>Modos de Transmisión de Datos</i>	9
1.6.1.1 Paralelo.....	9
1.6.1.2 Serie.....	10
1.6.2 <i>Canal de Comunicación.</i>	12
1.6.2.1 Tipos de Comunicación.....	12
CAPÍTULO 2 TELEFONIA IP	14
2.0 INTRODUCCIÓN.....	14
2.1 REDES DE VOZ SOBRE PAQUETES (VOIP).....	14
2.2 LA TELEFONÍA IP.....	16
2.2.1 <i>Ventajas de la Telefonía IP.</i>	18
CAPÍTULO 3 FUNCIONAMIENTO DE LA TELEFONIA IP	25
3.0 INTRODUCCIÓN.....	25
3.1 CONTROL DE LA COMUNICACIÓN	25
3.2 PROTOCOLOS DE TRANSPORTE	27
3.2.1 <i>RTPmnte.</i>	30
3.2.2 <i>RTCP.</i>	32
3.2.3 <i>RTSP</i>	32
3.3 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN.....	33
3.3.1 <i>H.323</i>	35
3.3.1.1 Terminales.....	37
3.3.1.2 Gateways	37
3.3.1.3 Gatekeepers.....	38
3.3.1.4 Unidad Multiconferencia	39
3.3.1.5 Arquitectura	39
CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN CORPORATIVA.....	44
4.0 INTRODUCCIÓN.....	44
4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	44
4.2 PLANIFICACIÓN	47
4.3 ANÁLISIS	50
4.4 DISEÑO	51
4.4.1 <i>Cálculo de la capacidad</i>	51
4.4.2 <i>Cálculo de retardo</i>	55
4.4.3 <i>Dimensionamiento del Call Center IP</i>	57
4.5 IMPLEMENTACIÓN.....	58
4.5.1 <i>Calidad de servicio</i>	59

4.5.2	<i>Plan de direccionamiento</i>	59
4.5.3	<i>Alimentación de las terminales</i>	60
4.5.4	<i>Plan de marcación</i>	62
4.6	CARACTERÍSTICAS DE LA RED	63
CAPÍTULO 5 APLICACIONES		66
5.0	INTRODUCCIÓN	66
5.1	REDES CORPORATIVAS DE VOZ.....	66
5.2	IP CONTACT CENTERS	69
5.3	CONTROL Y GESTIÓN DE TELEFONÍA IP CORPORATIVA	73
5.4	VIDEOCONFERENCIA	73
5.5	SERVICIOS DE LLAMADAS A TRAVÉS DE LA WEB.....	74
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES		76
6.0	CONCLUSIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....		77
ÍNDICE DE FIGURAS		78
ÍNDICE DE TABLAS		80

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los factores económicos, sociales y culturales en el mundo han llevado a un esquema globalizado en donde los grandes corporativos juegan un papel fundamental y en donde en ocasiones las naciones giran alrededor de ellos. Con el objetivo de lograr la competitividad, es de vital importancia para los corporativos el manejo de sus comunicaciones no sólo para el intercambio de información si no para hacer uso de éstos como herramienta de prestación de servicios a sus clientes o usuarios de sus servicios.

México no es la excepción, los corporativos, las empresas y las dependencias de gobierno se empiezan a dar cuenta de las ventajas en materia económica, la modernización de las comunicaciones ofrece otras herramientas para el manejo de la información y la prestación de servicios.

El problema radica en el retraso tecnológico en que se encuentra el país, la falta de cultura en cuestión de telecomunicaciones es inminente ya que no se tiene la información ni conocimiento de las nuevas tecnologías e infraestructuras de telecomunicaciones que existen principalmente en los países tecnológicamente desarrollados, lo cual, ocasiona entonces la falta de visión e inversión de las empresas.

En la actualidad en México los corporativos se están descentralizando debido a la necesidad de las empresa de expandirse, es decir, las empresas ahora tienen presencia en diferentes puntos del país, para esto es importante tener una infraestructura de telecomunicaciones sólida debido a la importancia de la comunicación de voz y datos que estas empresas tienen. Por otra parte, actualmente las empresas de “primer mundo” proporcionan sus servicios con calidad y además enfocados a la personalización e interacción con el cliente además de automatizar gran parte de los servicios, y esto no es posible con la telefonía conmutada.

OBJETIVOS

- Dar a conocer las diferencias de la tecnología VoIP y la telefonía tradicional.
- Plantear un proyecto por medio del cual se pueda sustituir la telefonía tradicional por la tecnología VoIP a bajo costo.
- Plantear un proyecto que sirva de referencia al momento de tomar la decisión de migrar del sistema de telefonía tradicional a un sistema de telefonía VoIP.
- Exponer las ventajas que existen al adoptar la tecnología VoIP para multiplicar y mejorar la calidad de sus servicios.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de estar a la vanguardia en cuestión de telecomunicaciones, ya que en los países desarrollados la tecnología VoIP es toda una revolución debido al avance de la tecnología a nivel mundial, y que actualmente esta tecnología ha alcanzado una calidad aceptable y resuelto algunos problemas de interoperabilidad, además, se considera un servicio imprescindible para atraer clientes; por tal motivo es importante que las empresas, corporativos y dependencias de gobierno tengan la información completa de estas tecnologías mostrándoles las ventajas que adquiriría su empresa al implementarla.

Uno de las principales ventajas que tenemos de VoIP es la reducción de costos en comparación con las compañías de la red pública telefónica conmutada principalmente en llamadas de larga distancia, además se demostrara que la inversión se recupera a corto o mediano plazo.

Otro motivo importante para realizar esta investigación es la gran variedad de servicios que se pueden proporcionar utilizando VoIP en corporativos, esto es importante porque para las empresas es vital comenzar a presentar servicios que faciliten la información para los clientes o usuarios de una manera rápida y con calidad, y la telefonía conmutada que se utiliza actualmente en la mayoría de los corporativos es limitada para proporcionar este tipo de servicios.

Otra razón importante es que la mayoría de los corporativos cuentan con una infraestructura de red, de la cual se puede aprovechar el cableado ethernet existente lo que simplifica la instalación y mantenimiento del sistema, además de que con esta tecnología tendremos una mejor administración de la infraestructura de telecomunicaciones del corporativo.

Capítulo 1

REDES ORIENTADAS A LA TELEFONIA IP

1.0 Introducción

En este capítulo, se encuentra la base teórica o llamado también marco teórico para poder comprender los conceptos necesarios para el funcionamiento de la tecnología VoIP (voice over IP) como lo son el protocolo de Internet, las redes, tipos de transmisión de datos, tipos de comunicación, etc.

También se analizara de forma general la telefonía convencional para hacer una comparación con la telefonía IP más adelante y de esta forma obtener las ventajas y desventajas de VoIP para corporativos.

1.1 Redes

Una red de computadoras consiste en dos o más equipos (computadoras y/o dispositivos) conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos que comparten información (archivos), recursos (CD-ROM, impresoras, etc.), servicios (acceso a Internet, e-mail, Chat, juegos) y que son capaces de realizar comunicaciones electrónicas.^[1]

Su principal función es hacer que los programas, datos y otros equipos sean utilizados por cualquier persona dentro de la red, sin tomar en cuenta localización física del recurso y el usuario.

1.1.1 Tipos de Redes

❖ Red de Área Local / LAN (Local Area Network)

Son redes de propiedad privada que se encuentran en un solo edificio o en un campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan ampliamente para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de una empresa y de fábricas para compartir recursos (por ejemplo, impresoras) e intercambiar información. Las LANs son diferentes de otros tipos de redes en tres aspectos: 1) tamaño; 2) tecnología de transmisión, y 3) topología.

❖ **Red de Área Metropolitana / MAN (Metropolitan Area Network)**

Una red de área metropolitana abarca una ciudad. El ejemplo más conocido de una MAN es la red de televisión por cable disponible en muchas ciudades.

Mediante la interconexión de redes LAN se distribuyen la informática a los diferentes puntos del distrito. Bibliotecas, Universidades u organismos oficiales suelen interconectarse mediante este tipo de redes, este tipo de red es utilizado por los corporativos.

❖ **Redes de Área Extensa / WAN (Wide Area Network)**

Las redes de área extensa cubren grandes regiones geográficas como un país, un continente o incluso el mundo. Cable transoceánico o satélites se utilizan para enlazar puntos que distan grandes distancias entre sí.

Con el uso de una WAN se puede conectar desde España con Japón sin tener que pagar enormes cantidades de teléfono. La implementación de una red de área extensa es muy complicada. Se utilizan multiplexadores para conectar las redes metropolitanas a redes globales utilizando técnicas que permiten que redes de diferentes características puedan comunicarse sin problema. El mejor ejemplo de una red de área extensa es Internet.^[2]

1.2 Redes Conmutadas

En la actualidad el servicio telefónico es un servicio universal, en donde las redes telefónicas fijas, que prestan servicio a millones usuarios están extendidas por todos los países y funcionan todas ellas de una manera similar empleando la técnica de conmutación de circuitos y un sistema de señalización común, el SS7.

Al estar interconectadas estas redes, permiten la realización de llamadas entre cualquier punto fijo de las mismas, mediante un plan de numeración universal (el E.164) que asocia números de teléfonos a direcciones geográficas fijas.

Los usuarios de estas redes de telefonía fija pagan el tiempo de conexión y la distancia entre ellas, aunque últimamente las compañías están introduciendo las

llamadas “tarifas planas” que por un costo fijo al mes permiten un número ilimitado de ellas, claro bajo ciertas condiciones.

Aunque el teléfono ya lleva más de 130 años operando, no ha sido sino hasta finales del siglo XX que las comunicaciones vocales han sufrido una espectacular evolución causada por dos fenómenos: la telefonía móvil e Internet que se han conjugado para ofrecer nuevos y más interesantes servicios.

Una red de conmutación de circuitos crea un circuito cerrado entre dos nodos de la red para establecer una conexión como se muestra en la figura 1.1. La conexión establecida está dedicada a la comunicación entre los dos nodos. Uno de los problemas inmediatos de los circuitos dedicados es la pérdida de capacidad, dado que casi ninguna transmisión usa el 100% del circuito todo el tiempo. Además, si un circuito falla en el medio de una transmisión, la conexión entera se pierde y debe establecerse una nueva.^[3]

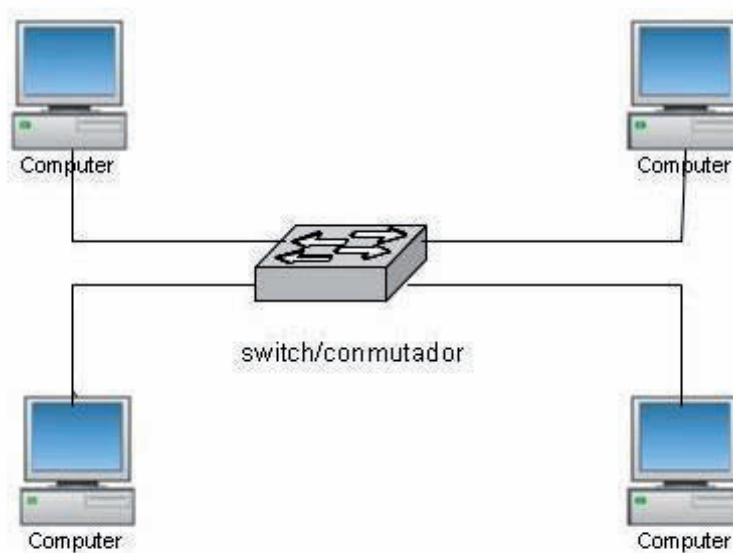


Figura 1.1. Red de Circuitos Conmutados.

Desde que la telefonía existe, la tecnología que ha dominado en las comunicaciones de voz, es la conmutación de circuitos. La RDSI, el cable, el ADSL y otras, siguen siendo redes conmutadas (en voz).

1.3 Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

La red digital de servicios integrados es la evolución de las redes telefónicas actuales. Originalmente, todo el sistema telefónico estaba compuesto por elementos analógicos, y la voz era transportada por las líneas telefónicas modulada como una forma de onda analógica. Posteriormente aparecieron los conmutadores digitales, que utilizan computadores y otros sistemas digitales. Estas son menos propensas a fallos que los conmutadores analógicos y permiten además controlar más líneas de usuarios y realizar las conexiones mucho más rápidamente. En estos conmutadores la voz se almacena y transmite como información digital, y es procesada por programas informáticos ver figura 1.2.

A la vez que se desarrollan los conmutadores digitales, también se produce un cambio en la comunicación entre conmutadores, que también pasa a ser digital, lo que permite mejorar en gran medida la calidad de las comunicaciones. De esta forma, en la actualidad una comunicación por una línea telefónica convencional se realiza de forma analógica entre el equipo de un usuario y el conmutador, pero de forma digital hasta llegar al conmutador donde está conectado el usuario destino. Así, definiremos a la RDSI como una red desarrollada a partir de la red telefónica que proporciona una conexión digital de extremo a extremo que soporta una gran variedad de servicios.^[4]

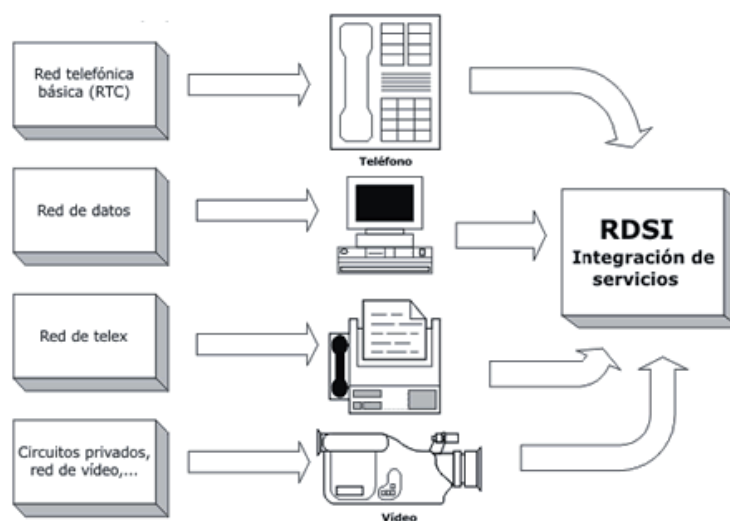


Figura 1.2. Red Digital de Servicios Integrados.

1.4 Protocolo de Internet (IP)

El Protocolo de Internet (IP) es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

Los datos en una red basada en IP son enviados en bloques conocidos como paquetes o datagramas. En particular, en IP no se necesita ninguna configuración antes de que un equipo intente enviar paquetes a otro con el que no se había comunicado antes.

El Protocolo de Internet provee un servicio de datagramas no fiable (también llamado del *mejor esfuerzo* (*best effort*), lo hará lo mejor posible pero garantizando poco). IP no provee ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad (mediante *checksums* o sumas de comprobación) de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Por ejemplo, al no garantizar nada sobre la recepción del paquete, éste podría llegar dañado, en otro orden con respecto a otros paquetes, duplicado o simplemente no llegar. Si se necesita fiabilidad, ésta es proporcionada por los protocolos de la capa de transporte, como TCP (Protocolo de Control de Transmisión).

Si la información a transmitir ("datagramas") supera el tamaño máximo "negociado" MTU (Unidad Maxima de Transferencia) en el tramo de red por el que va a circular podrá ser dividida en paquetes más pequeños, y re-ensamblada luego cuando sea necesario. Estos fragmentos podrán ir cada uno por un camino diferente dependiendo de cómo estén de congestionadas las rutas en cada momento.

Las cabeceras IP contienen las direcciones de las máquinas de origen y destino (direcciones IP), direcciones que serán usadas por los conmutadores de paquetes (switches) y los enrutadores (routers) para decidir el tramo de red por el que reenviarán los paquetes.^[5]

Al tratar cada paquete independientemente en cada uno de los nodos de la red tiene considerables implicaciones, algunas resultad críticas a la hora de transportar tráfico

en tiempo real, como la voz. Para empezar, ya que cada paquete sigue una ruta diferente a través de la red, probablemente lleguen en un orden diferente al que comenzaron, por lo que el destino tendrá que reordenarlos.

En ocasiones algún paquete logra extraviarse debido a que alguno de los nodos o enlaces por los que pase no esté funcionando o este congestionado, ver figura 1.3.

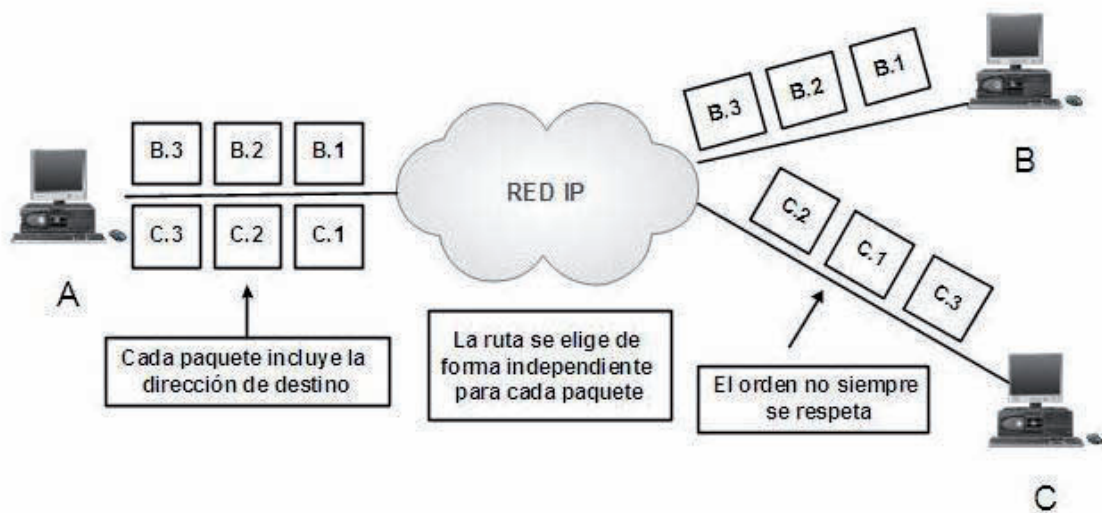


Figura 1.3. Nivel de red en una red IP.

1.5 Red de Datos

Las redes de comunicación de datos o de teleinformática, como se les llama formalmente, constituyen en la actualidad un apoyo de vital importancia para todas las empresas cuyo éxito depende del buen manejo de la gran cantidad de información que generan. La exactitud y rapidez del transporte de la información de la empresa hasta el punto donde se le requiere es de suma importancia para la toma de decisiones apropiadas.^[6]

Al principio esta tecnología puede considerarse imprecisa, sin embargo, comenzaremos por mencionar varios componentes de red subyacentes sobre los que está construida dicha tecnología.

Una red se compone de dos partes principales, los nodos y los enlaces. Un nodo es cualquier tipo de dispositivo de red como una computadora personal. Los nodos pueden comunicar entre ellos a través de enlaces, como son los cables.

Hay básicamente dos técnicas de redes diferentes para establecer comunicación entre dos nodos de una red: las técnicas de redes de conmutación de circuitos y las de redes de conmutación de paquetes, ver figura 1.4. La primera es la más antigua y es la que se usa en la red telefónica y la segunda es la que se usa en las redes basadas en IP.^[7]

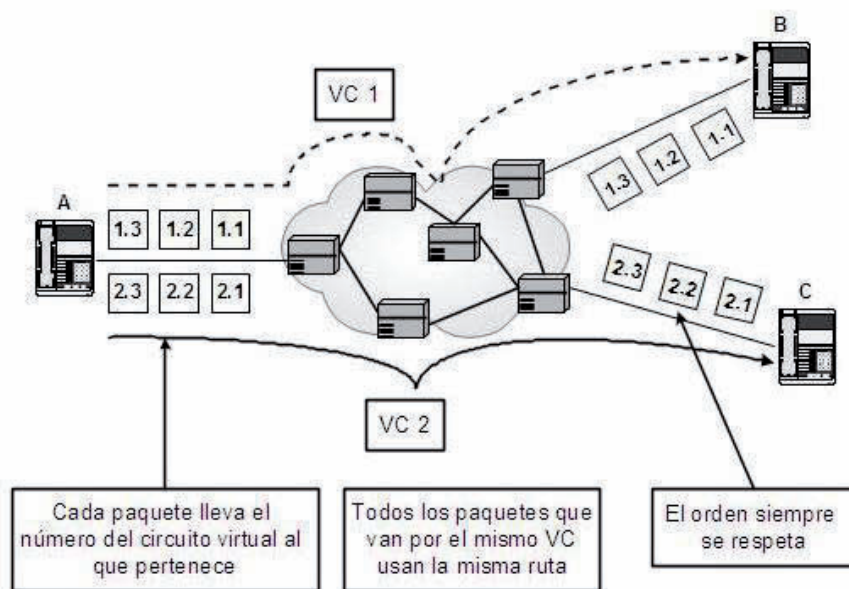


Figura 1.4. Red de conmutación de circuitos.

Por otra parte las redes basadas en IP utilizan la tecnología de conmutación de paquetes, que usa la capacidad disponible de una forma mucho más eficiente y que minimiza el riesgo de posibles problemas como la desconexión.

Los mensajes que son enviados a través de una red de conmutación de paquetes se dividen en paquetes que contienen la dirección de destino, ver figura 1.5.

Cada paquete es enviado por la red y cada nodo intermedio o router determinará el destino de cada paquete, éste no ocupa ser enrutado sobre los mismos nodos que otros paquetes relacionados. Cada paquete enviado entre dos dispositivos de red

pueden ser transmitidos en distintas rutas, en caso de que caiga un nodo o deje de funcionar. [8]

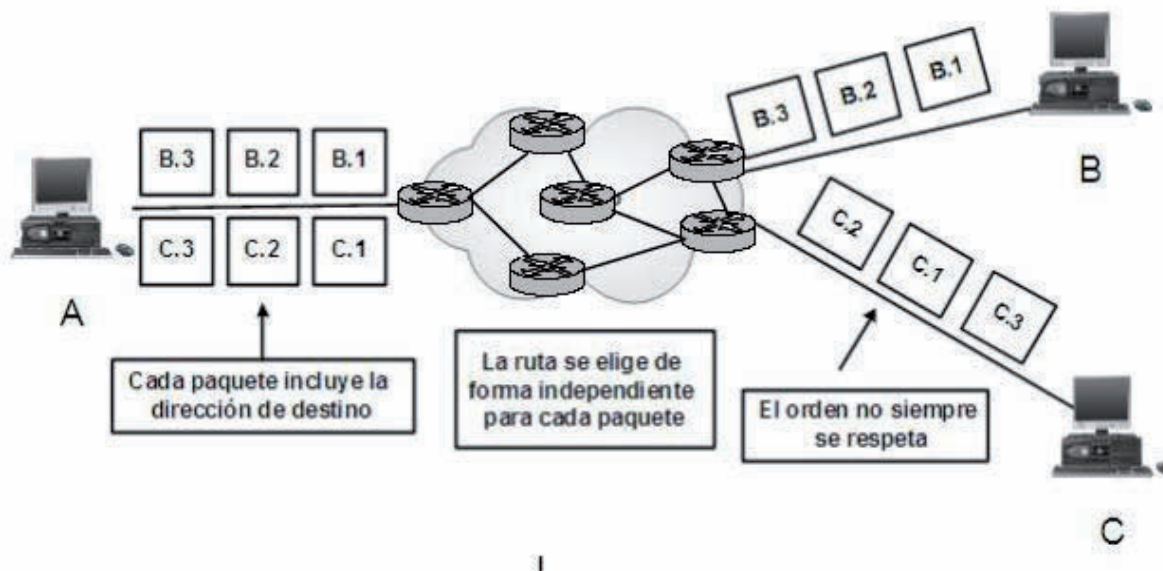


Figura 1.5. Conmutación de Paquetes.

El objetivo principal de una red es interconectar diferentes sistemas de cómputo y, en general, distintos terminales de datos para que compartan recursos, intercambien datos y se apoyen mutuamente. Un segundo objetivo de las redes es proporcionar alta confiabilidad en la preservación y fidelidad de la información que transportan, así como en el funcionamiento de la red. El tercer objetivo de las redes es conseguir la máxima economía. [9]

1.6 Transmisión de Datos

Las soluciones de redes basadas en IP son sustitutos flexibles y económicos para soluciones que utilizan tecnologías de red antiguas. Las diversas propiedades entre estas tecnologías consisten en cómo se representa, gestiona y transmite la información. La información se estructura simplemente en colecciones de datos y entonces tiene sentido para la interpretación que se le da. Hay dos tipos principales de datos, analógicos y digitales y ambos poseen diferentes características y comportamientos.

En una red basada en IP, las propiedades de su tecnología consiste en como representar, gestionar y transmitir la información. La información es una colección de datos, los datos se dividen en analógicos y digitales y estos poseen diferentes características y comportamientos.

Los datos analógicos se expresan como ondas continuas variables y por tanto representan valores continuos. Los ejemplos incluyen la voz y el vídeo.

Por otra parte los datos digitales se representan como secuencias de bits, o de unos y ceros. Esta digitalización permite que cualquier tipo de información sea representada y medida como datos digitales. De esta forma, el texto, sonidos e imágenes pueden representarse como una secuencia de bits. Los datos digitales pueden también comprimirse para permitir mayores ratios de transmisión y puede ser encriptada para su transmisión segura. Además una señal digital es exacta y ningún tipo de ruido relacionado puede filtrarse. Los datos digitales pueden ser transmitidos a través de tres tipos generales de medios: metal, como es el cobre, fibra óptica u ondas de radio.^[10]

1.6.1 Modos de Transmisión de Datos

1.6.1.1 Paralelo

Todos los bits se transmiten simultáneamente, existiendo luego un tiempo antes de la transmisión del siguiente bloque. Este tipo de transmisión tiene lugar en el interior de una maquina o entre maquinas cuando la distancia es muy corta. La principal ventaja de este modo de transmitir datos es la velocidad de transmisión y la mayor desventaja es el costo.

También puede llegar a considerarse una transmisión en paralelo, aunque se realice sobre una sola línea, al caso de multiplexación de datos, donde los diferentes datos se encuentran intercalados durante la transmisión, ver figura 1.6.

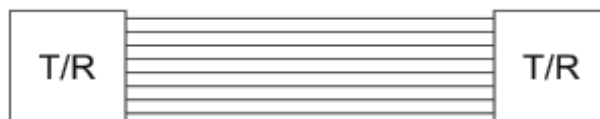


Figura 1.6. Transmisión en Paralelo.

1.6.1.2 Serie

En este caso los n bits que componen un mensaje se transmiten uno detrás de otro por la misma línea, ver figura 1.7.



Figura 1.7. Transmisión en Serie.

A la salida de una maquina los datos en paralelo se convierten los datos en serie, los mismos se transmiten y luego en el receptor tiene lugar el proceso inverso, volviéndose a obtener los datos en paralelo. La secuencia de bits transmitidos es por orden de peso creciente y generalmente el último bit es de paridad.

Un aspecto fundamental de la transmisión serie es el sincronismo, entendiéndose como tal al procedimiento mediante el cual transmisor y receptor reconocen los ceros y unos de los bits de igual forma.

El sincronismo puede tenerse a nivel de bit, de byte o de bloque, donde en cada caso se identifica el inicio y finalización de los mismos.

Dentro de la transmisión serie existen dos formas:

❖ Transmisión Asíncrona

Es también conocida como Start/stop. Requiere de una señal que identifique el inicio del carácter y a la misma se la denomina bit de arranque. También se requiere de

otra señal denominada señal de parada que indica la finalización del carácter o bloque, ver figura 1.8.

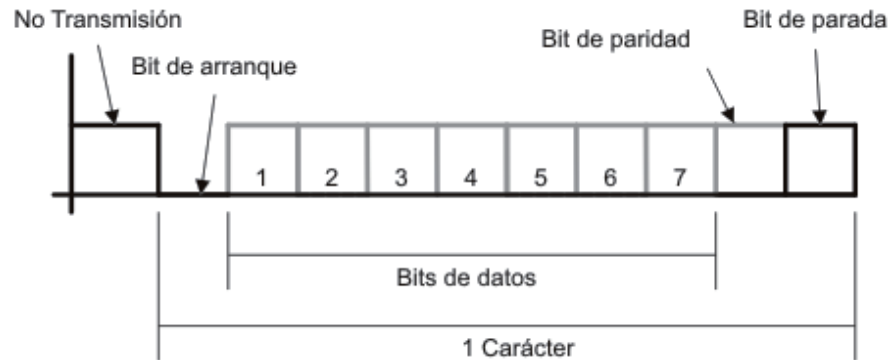


Figura 1.8. Formato de un Carácter.

Generalmente cuando no hay transmisión, una línea se encuentra en un nivel alto. Tanto el transmisor como el receptor, saben cuál es la cantidad de bits que componen el carácter (en el ejemplo son 7).

Los bits de parada son una manera de fijar qué delimita la cantidad de bits del carácter y cuando se transmite un conjunto de caracteres, luego de los bits de parada existe un bit de arranque entre los distintos caracteres.

A pesar de ser una forma comúnmente utilizada, la desventaja de la transmisión asincrónica es su bajo rendimiento, puesto que como en el caso del ejemplo, el carácter tiene 7 bits pero para efectuar la transmisión se requieren 10. O sea que del total de bits transmitidos solo el 70% pertenecen a datos.

❖ Transmisión Sincronía

En este tipo de transmisión es necesario que el transmisor y el receptor utilicen la misma frecuencia del reloj en ese caso la transmisión se efectúa en bloques, debiéndose definir dos grupos de bits denominados delimitadores, mediante los cuales se indica el inicio y el fin de cada bloque.

Este método es más efectivo por que el flujo de información ocurre en forma uniforme, con lo cual es posible lograr velocidades de transmisión más altas.

Para lograr el sincronismo, el transmisor envía una señal de inicio de transmisión mediante la cual se activa el reloj del receptor. A partir de dicho instante transmisor y receptor se encuentran sincronizados.

Otra forma de lograr el sincronismo es mediante la utilización de códigos auto sincronizantes los cuales permiten identificar el inicio y el fin de cada bit.^[11]

1.6.2 Canal de Comunicación

Se denomina así al recurso físico que hay que establecer entre varios medios de transmisión para establecer la comunicación. Al canal de comunicación también se lo denomina vínculo o enlace.

1.6.2.1 Tipos de Comunicación

❖ Simplex

En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor, ver figura 1.9.



Figura 1.9. Simplex.

❖ Duplex o Semi-duplex

En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y un computador central, figura 1.10.

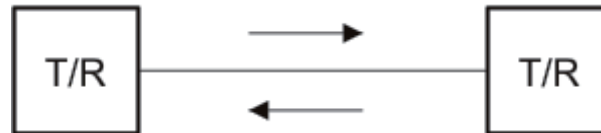


Figura 1.10. Duplex o Semi-duplex.

❖ Full Duplex

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-duplex necesita normalmente uno solo.

Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-duplex.^[12]

Capítulo 2

TELEFONIA IP

2.0 Introducción.

En este capítulo se analizarán las características de la telefonía IP, comenzando con el funcionamiento de las redes de voz sobre paquetes y la definición de telefonía IP, sus características, ventajas y desventajas en comparación con la telefonía convencional, así como su evolución en el mercado.

2.1 Redes de Voz Sobre Paquetes (VoIP).

Estas redes, por lo general, utilizan las redes de datos para transportar la voz. El primer paso es digitalizar la señal vocal y también su conversión en paquetes del protocolo del que se trate, por lo general el protocolo IP.

Sí se requiere incluir el servicio de telefonía utilizando como soporte la red de paquetes es indispensable brindar todas las funciones que una red telefónica tiene, por ejemplo, la señalización de una llamada, reenvío de llamadas, mensajería, etc.

En conclusión, las redes de voz sobre paquetes son redes de datos que contienen varios componentes adicionales, los cuales soportan las funcionalidades de la telefonía, ver figura 2.1. En una red de VoIP se encontrarán routers, switches y hubs, gateway y equipos encargados del control de llamadas y de la señalización.

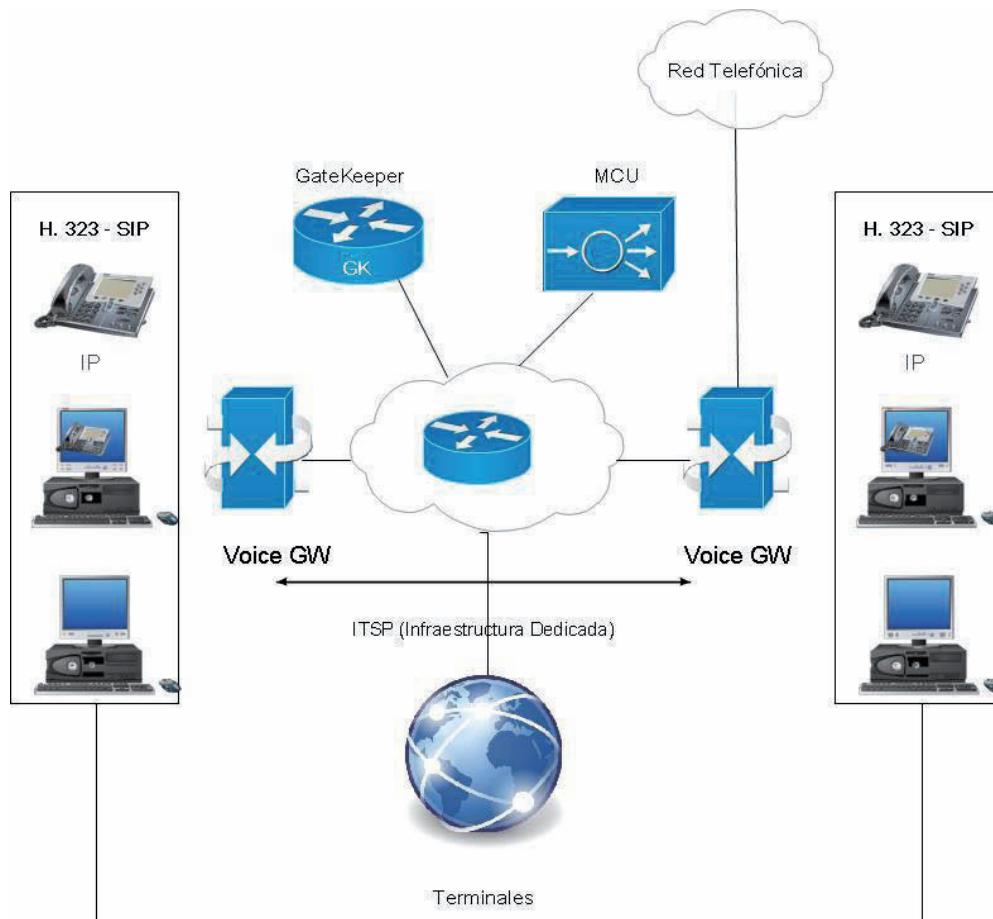


Figura 2.1. Componentes de una red VoIP.

Otros componentes básicos para las redes de voz sobre paquetes son las terminales de usuario, que son los teléfonos IP y softphones. Los teléfonos IP tienen el mismo aspecto que un teléfono convencional, sólo se distinguen por que en algunas ocasiones contienen una pequeña pantalla y un teclado para navegar por la Web, por su tipo de conexión a la red es un conector RJ-11, ya que los teléfonos IP son equipos de datos y este tipo de conector es el típico de una red de datos Ethernet. Por otra parte los softphones son un software que se ejecuta en la computadora y permite al usuario utilizarla como un teléfono.

Otro componente muy importante en las redes de voz sobre paquetes es el gateway o pasarela, el cual es un dispositivo que se encarga de la interconexión de redes heterogéneas soportando la traducción de protocolos o la conversión de formatos.

En el caso específico de la VoIP, el Gateway de voz permite el paso de la red IP a la red conmutada y viceversa, es decir, gracias al Gateway es posible recibir y hacer llamadas a teléfonos convencionales.

2.2 La Telefonía IP.

Algunas definiciones:

- ❖ La telefonía IP es la transmisión de voz a través de una red de conmutación de paquetes IP, que es parte del protocolo TCP/IP.

Los términos “telefonía IP” y “VoIP” son sinónimos. Sin embargo, el termino VoIP es ampliamente utilizado por los servicios reales que ofrece, mientras que telefonía IP a menudo se refiere a la tecnología detrás de ella. Además, la telefonía IP es un término general para todas las aplicaciones en tiempo real sobre IP, incluyendo voz sobre mensajería instantánea y videoconferencia, además del envío de textos e imágenes.^[13]

Telefonía Internet cuando se hace referencia a la telefonía IP o VoIP transportada parcial o totalmente por la red de Internet. El operador que la ofrece no tiene control del servicio, puesto que la voz es un conjunto más de los miles de millones de paquetes que circulan por ella.^[14]

Por otra parte, se tiene que considerar que puede haber distintos tipos de redes IP:

- ❖ **Internet:** Este tipo de red IP, es para usuarios particulares o residenciales, pero en la actualidad el estado de la red nos impide el uso profesional para el tráfico de la voz debido a que no se puede garantizar la calidad del servicio ni de los retardos.
- ❖ **Red IP pública:** Los proveedores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Lo cual permite ofrecer calidad de servicio, además de brindar importantes mejoras en seguridad. Existen proveedores que ofrecen la garantía de bajo retardo y ancho de banda, lo que hace muy interesantes estas redes para el tráfico de voz.
- ❖ **Intranet:** Esta es la red IP que se implementa por la propia empresa. Regularmente consta de varias redes LAN (Ethernet) que se interconectan

mediante redes WAN Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. Por este motivo la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que la intranet es ideal para el transporte de la voz haciendo uso de la tecnología VoIP.

Ahora se tiene la seguridad de que la telefonía IP tiene muchas ventajas y aplicaciones para hacer negocios sobre la telefonía convencional, además de contar con la facilidad de usar el mismo número de teléfono independientemente en el lugar que se encuentre físicamente el usuario y también otorga gran ahorro en el mantenimiento y gestión de su uso, sin embargo, cuenta con algunas desventajas que pueden ser resueltas, por ejemplo, la carencia de calidad al no utilizar redes que garanticen la calidad del servicio y el ancho de banda.

La Telefonía IP utiliza la red de datos IP (la red local) para proporcionar comunicaciones de voz a toda la empresa, y no sólo de una empresa sino de todo un corporativo en donde haya sucursales en diferentes sitios o ciudades de un país a través de una sola red de voz y datos. Esta convergencia de servicios de voz y datos en una sola red implica ventajas como un menor costo de capital, procedimientos simplificados de soporte y configuración, y una mayor integración de las ubicaciones remotas y oficinas sucursales en las instalaciones de la red corporativa.

Las soluciones de Telefonía IP permiten que las empresas potencien sus inversiones actuales en tecnología y puedan migrar a una red completamente convergente al propio ritmo, se muestra en la figura 2.2.^[15]

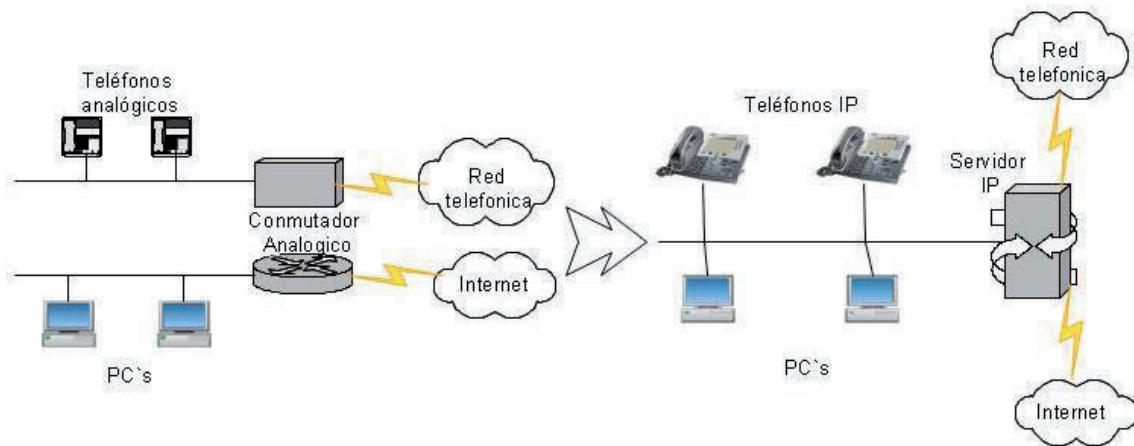


Figura 2.2. Migración a la Telefonía IP

2.2.1 Ventajas de la Telefonía IP.

Gracias al nivel de integración con la red de datos, la telefonía IP ofrece grandes ventajas para la empresa, aparte de ofrecer un mundo de nuevas funcionalidades inexistente en la telefonía tradicional.

❖ Reducción de costos en instalación y mantenimiento.

Hoy en día es indispensable para una empresa disponer de una red de datos que interconecte sus distintas computadoras y servidores. Por ese motivo, y asumiendo los costos que suponen la creación y mantenimiento de una red de datos, no tiene sentido asumir los costos de una red de voz independiente.

La telefonía IP permite la disminución de costos derivados de la instalación y mantenimiento de dos redes independientes. Ahora sólo la preocupación será por la red de datos.

Este punto es un aspecto clave en escenarios donde se prevé la creación de nuevas sucursales o nuevos edificios (corporativos), ya que desplegando la red de datos se tiene desplegada la red de voz con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero.

Por otra parte, se pueden fusionar el personal de soporte y administración de las redes de voz y datos eliminando redundancias.

❖ Reducción de costos en llamadas.

La telefonía IP aprovecha las conexiones de datos que existen entre las distintas sucursales, ya sean conexiones normales a Internet o Redes Privadas Virtuales.

Al tratar la voz como datos, las llamadas entre las distintas sucursales se realizarían utilizando estas conexiones.

De esta forma las empresas pueden evitar los costos de facturación y las cuotas de abono mensuales de las líneas de teléfono que conectan las sucursales, como se muestra en la figura 2.3.

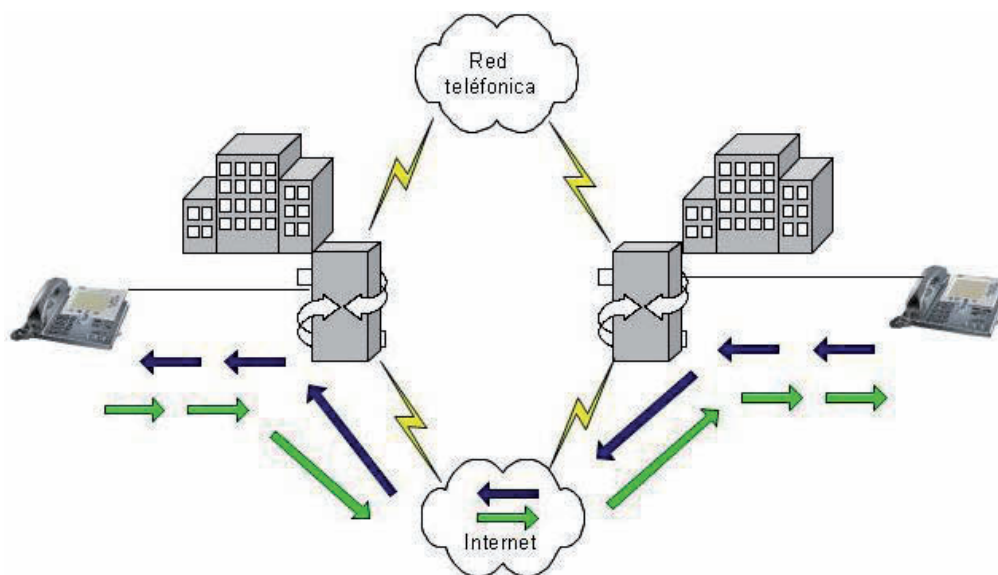


Figura 2.3. Reducción de Costos.

❖ Ventaja Competitiva.

Las aplicaciones y servicios IP integrados mejoran la productividad y la atención al cliente, e incluyen:

- Un menor tiempo para añadir nuevos usuarios a la red a través de un sistema de agregación, movimientos y cambios.
- Rápida instalación de nuevos servicios. Al utilizar una infraestructura IP común y una interfaz de estándares abierta es posible desarrollar aplicaciones innovadoras e implantarlas rápidamente.
- Los usuarios pueden acceder a todos los servicios de la red.

❖ Retorno de la Inversión.

Menores costos globales en la infraestructura de la red. Al implantar una sola red de voz y datos en todas las ubicaciones se consigue reducir los costos de capital. Además, como el teléfono y el equipo de cómputo comparten el mismo cable Ethernet, los costos de cableado disminuyen.

Reducción de los costos de administración de la red, ahorros a corto y largo plazo en la administración de una red, un solo proveedor, un solo contrato de mantenimiento, cableado común, reducción y control en la transacción de llamadas, menor complejidad de integración de una aplicación.

La migración hacia la tecnología IP se puede ir estableciendo de acuerdo al ritmo que le convenga a cada empresa o corporativo.

❖ Una Computadora = Un Teléfono.

Gracias a la existencia de teléfonos software, un usuario podrá disponer de su propia extensión sin la necesidad de tener una terminal física. Es decir, ejecutado una aplicación podrá realizar y recibir llamadas en su propia PC.

Esta característica permite escalar los costos de implantación de esta tecnología, permitiendo a las empresas realizar una migración gradual en cuanto a costos de adquisición de teléfonos físicos, ver figura 2.4.

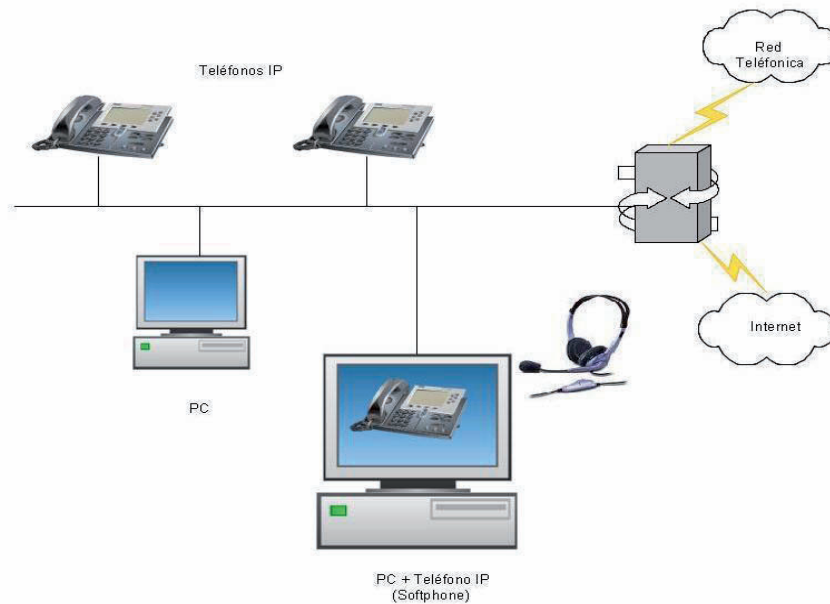


Figura 2.4. Teléfonos Software.

❖ Máxima Movilidad.

La telefonía IP facilita la movilidad de los empleados dentro y fuera de la empresa.

Si un empleado tiene que moverse de despacho, o de sucursal, llevarse su extensión a su nueva posición requerirá un mínimo cambio en la configuración, y en la mayoría de casos lo podrá realizar el propio usuario.

Además, los empleados que tienen que desplazarse frecuentemente, como pueden ser los comerciales, podrán disponer de su extensión en cualquier parte del mundo siempre que tengan una conexión a Internet, pudiendo hacer y realizar llamadas utilizando un teléfono software, ver figura 2.5.

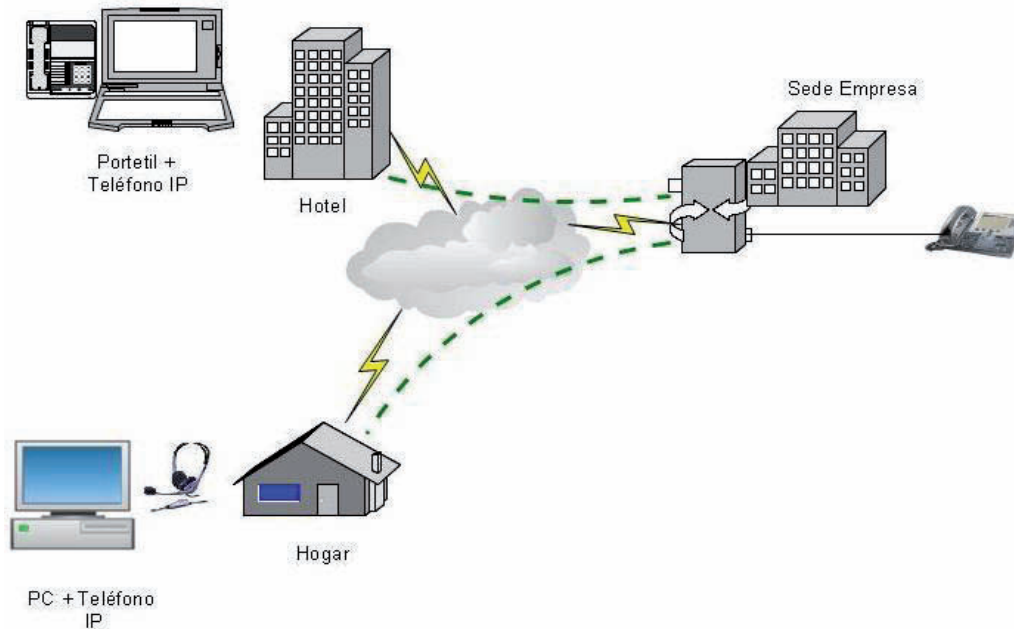


Figura 2.5. Movilidad.

❖ Servicios de Productividad.

Una de las principales ventajas de la Telefonía IP respecto a la telefonía clásica es la de ofrecer servicios de valor añadido a las comunicaciones de voz.

En telefonía clásica una llamada era sólo una llamada.

La Telefonía IP permite aumentar la cantidad de información ofrecida en una llamada.

Por ejemplo al recibir una llamada, aparece la información de que la llamada viene del departamento de la empresa, se trata de Sergio López con email sergio@lopez.com y que es el director de ventas.

Pero esto no es todo, los teléfonos IP son prácticamente PCs que permiten ejecutar servicios como:

- Control horario de entradas y salidas de sus empleados
- Información de su stock directamente en la pantalla del teléfono
- Información gráfica de sus acciones en bolsa en la pantalla del teléfono

- Información gráfica del tiempo
- Envío de mensajes de texto
- Lector de noticias de prensa desde la propia pantalla del teléfono
- Video portero en el teléfono
- Servicios a medida

En general, el teléfono IP es capaz de mostrar cualquier información con la que se trabaje en la empresa o que se desee ofrecer a clientes o empleados.

❖ **Servicios de Directorio.**

Si la empresa cuenta con un directorio corporativo se podrá integrar en el teléfono, de modo que cualquier empleado pueda realizar búsquedas por varios campos como nombre, apellidos, correo electrónico, etc.

Si se cuenta con diversas sucursales o es un corporativo se podrá clasificar los directorios por ubicación.

Además, se podrá incluir cualquier otra guía externa que se desee y tenerla accesible desde la pantalla de el teléfono.

❖ **Empresa o Corporativo Preparada para el Crecimiento.**

Una empresa no debe apostar por soluciones que pudieran suponer problemas a un futuro crecimiento. La telefonía IP ofrece arquitecturas flexibles y escalables que facilitarán futuros crecimientos y expansiones de la empresa:

- Procedimientos simplificados de soporte y configuración
- Fácil expansión a nuevas sucursales y nuevos usuarios
- Rápida instalación de nuevos servicios

❖ **Migración Gradual y Segura.**

Si ya se dispone de una solución de telefonía tradicional, la migración a la telefonía IP se puede hacer de forma gradual y segura.

Se podrá conectar el conmutador IP con el viejo conmutador, e ir migrando puestos de trabajo a la nueva solución. Una vez finalizada la migración y asegurado su correcto funcionamiento, se podrá desechar el viejo conmutador.

El proceso de migración será transparente para los clientes, y no se sufrirá de tiempos de inactividad.

❖ **Seguridad y Calidad de Servicio.**

La seguridad y privacidad de las llamadas queda totalmente garantizada gracias a las tecnologías más seguras y robustas de autenticación, autorización y protección de datos.

Además, la Telefonía IP permite el establecimiento de políticas de calidad de servicio que garantizan un ancho de banda suficiente para las comunicaciones de voz de la empresa.^[16]

Capítulo 3

FUNCIONAMIENTO DE LA TELEFONIA IP

3.0 Introducción.

En este capítulo, se analizará el funcionamiento de la telefonía IP basado en el control de la comunicación utilizando los protocolos que lo estandarizan para su mejor desempeño, entre los que se tratarán los protocolos de transporte, protocolos de señalización, protocolos de seguridad y protocolos de gestión.

3.1 Control de la Comunicación.

Como ocurre en cualquier red, las redes de voz sobre paquetes se basan en normas específicas para su funcionalidad y servicios que este tipo de redes suministran en todas y cada una de sus dimensiones.

Las normas se llaman protocolos y un aspecto fundamental es que contienen una forma abierta que debe ser internacionalmente aprobada para garantizar su interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes.

A continuación se definirán que ámbitos de las redes de voz sobre paquetes se estandarizarán. De modo que es fundamental analizar detenidamente los pasos a realizar para realizar una llamada.

En la telefonía convencional una llamada se compone de las siguientes fases: establecimiento, comunicación y desconexión. En el establecimiento se reservan los recursos para que, en la fase de comunicación, fluya libremente la información entre el llamante y el llamado. Y para terminar la llamada, en la fase de desconexión se liberan los recursos que, anteriormente, estaban reservados y se pasa la información necesaria para que se pueda tarifar.

Este esquema sigue siendo válido, sin embargo se realizan algunos ajustes para las redes de voz sobre paquetes.

En estos casos, tradicionalmente, se han venido distinguiendo tres grandes grupos de protocolos, ver figura 3.1, que pueden ir bien sobre TCP y/o UDP, y ambos sobre IP.

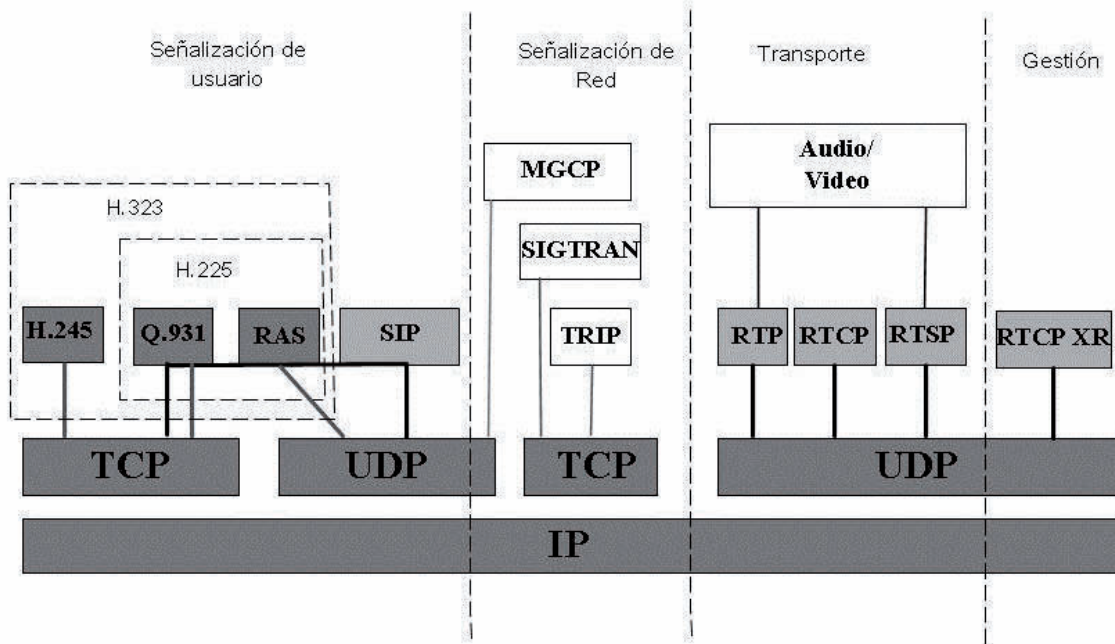


Figura 3.1. Protocolos empleados en VoIP.

❖ Protocolos de Señalización.

El objetivo es establecer un canal de comunicaciones a través del cual fluya la información de usuario y liberar el canal cuando finalice la comunicación. Para ello, debe existir un diálogo entre los componentes de la red y entre la red y los terminales de usuario. Son protocolos de señalización el H.323, SIP y MGCP.

❖ Protocolos de Transporte.

Son las normas que definen cómo debe realizarse la comunicación entre los extremos por un canal de comunicaciones previamente establecido. Los protocolos de transporte más empleados son RTP y RTCP.

❖ Protocolos de Gestión.

Cuando el tamaño de las redes aumenta se convierten en un entramado muy complejo de hardware y software y, si no se toman las medidas oportunas, se corre

el riesgo de volverse inmanejable. Esto es, precisamente, lo que pretende evitar el sistema de gestión y mantenimiento.

Por otro lado, resulta muy útil conocer el grado de utilización de la infraestructura tecnológica disponible, puesto que de este modo, es posible recopilar información que facilite la planificación de posibles ampliaciones o reestructuraciones.

Todos estos aspectos son recopilados por los protocolos de gestión como RTCP XR (RTCP Reporting Extensión).^[17]

3.2 Protocolos de Transporte.

La comunicación es un medio de transporte de información entre el origen y un receptor. no sólo consiste en trasladar paquetes de información de un lado a otro también deberá fragmentar y reensamblar los paquetes proporcionar las herramientas necesarias para disminuir el impacto de los factores que afectan la calidad, tales como:

- ❖ **Pérdidas:** Son el resultado del descarte de paquetes que se produce en los nodos de la red como consecuencia de la congestión de estos. El efecto de que ocasionan las pérdidas es una disminución en la calidad de la voz, puesto que faltan paquetes a la hora de reconstruir la señal vocal.

Una solución ante el problema de las pérdidas es perfeccionar la arquitectura de la red. Ya que las pérdidas es una cuestión de capacidad, al sustituirse las líneas y routers por equipos de mayor capacidad, el problema quedara parcialmente resuelto. Pero esta solución no es definitiva por que en cuanto aumente de nuevo el tráfico en la red, los efectos de pérdidas reaparecerán, por lo tanto se pueden considerar las siguientes técnicas para reducir los efectos de las perdidas:

- *Corrección de errores:* En este tipo de técnicas, junto con los paquetes, se incluye información de redundancia que permite recuperar el valor del paquete perdido a partir del valor de los paquetes perdidos. Su

principal inconveniente es el retardo puesto que para decodificar un paquete son necesarios paquetes vecinos.

- *Distribución de errores*: Consiste en aleatorizar las pérdidas para dispersar sus efectos. De nuevo, el inconveniente es el retardo adicional que introducen y que consumen un mayor ancho de banda.
- *Recuperación de errores*: sustituyen el paquete perdido por otro. Esta sustitución puede ser tan simple como emplear un paquete perdido, un silencio o un ruido blanco, o tan compleja como el resultado de una técnica de predicción a partir de paquetes anteriores y posteriores. En este sentido, conviene tener en cuenta que a mayor complejidad, mayor costo de procesamiento y mayor retardo introducido.

❖ **Retardo**: El retardo es el tiempo invertido por la señal de voz en su viaje desde el origen al destino. En una conversación normal una persona habla y la otra escucha. Cuando la persona que habla está callada durante un cierto tiempo, la otra persona puede hablar.

Al estar en curso una llamada y los dos usuarios hablan y se escuchan al mismo tiempo es debido a que existe un retraso telefónico por lo que se realiza una pausa y comienzan a hablar de nuevo o dejan de hablar cuando se escucha la otra persona repitiéndose así el ciclo.

Al minimizar el retraso de las redes de voz se evita las superposiciones de conversaciones y también el eco.

❖ **Jitter**: En redes IP, y en general en cualquier red de paquetes, no es posible garantizar que todos los paquetes de una misma comunicación sigan el mismo camino (de hecho, lo más probable es que no lo hagan), al contrario de lo que ocurre en las redes de conmutación de circuitos. Como consecuencia, de cada paquete llegará al destino atravesando un número distinto de nodos en la red y, por tanto, alcanzarán su objetivo con un retardo diferente. Esta variabilidad del retardo recibe el nombre de jitter.

Una opción para resolver este problema son los buffers de supresión de jitter los cuales absorben dichas variaciones. Esto es el almacenamiento de los paquetes durante el tiempo necesario para que los paquetes que hayan

llegado fuera de secuencia puedan reordenarse y reproducirse en el orden esperado, entonces cuanto mayor es el jitter de los paquetes, mayor será el tamaño del buffer de supresión de jitter para reducir su impacto en la calidad.

Los protocolos empleados en comunicaciones de audio y video en tiempo real son RTP (Real Time Protocol) para el intercambio de la información y RTCP (Real Time Control Protocol) para el control de dicho intercambio.

En una comunicación de voz sobre paquetes, cada canal de comunicaciones está compuesto por un flujo RTP y un flujo RTCP cuyos puertos UDP se eligen independientemente en cada extremo de la comunicación, el único requisito es que el puerto UDP asociado al flujo RTP sea par y el puerto UDP asociado al flujo RTCP sea el impar inmediatamente superior al del flujo RTP, ver Figura 3.2.^[17]

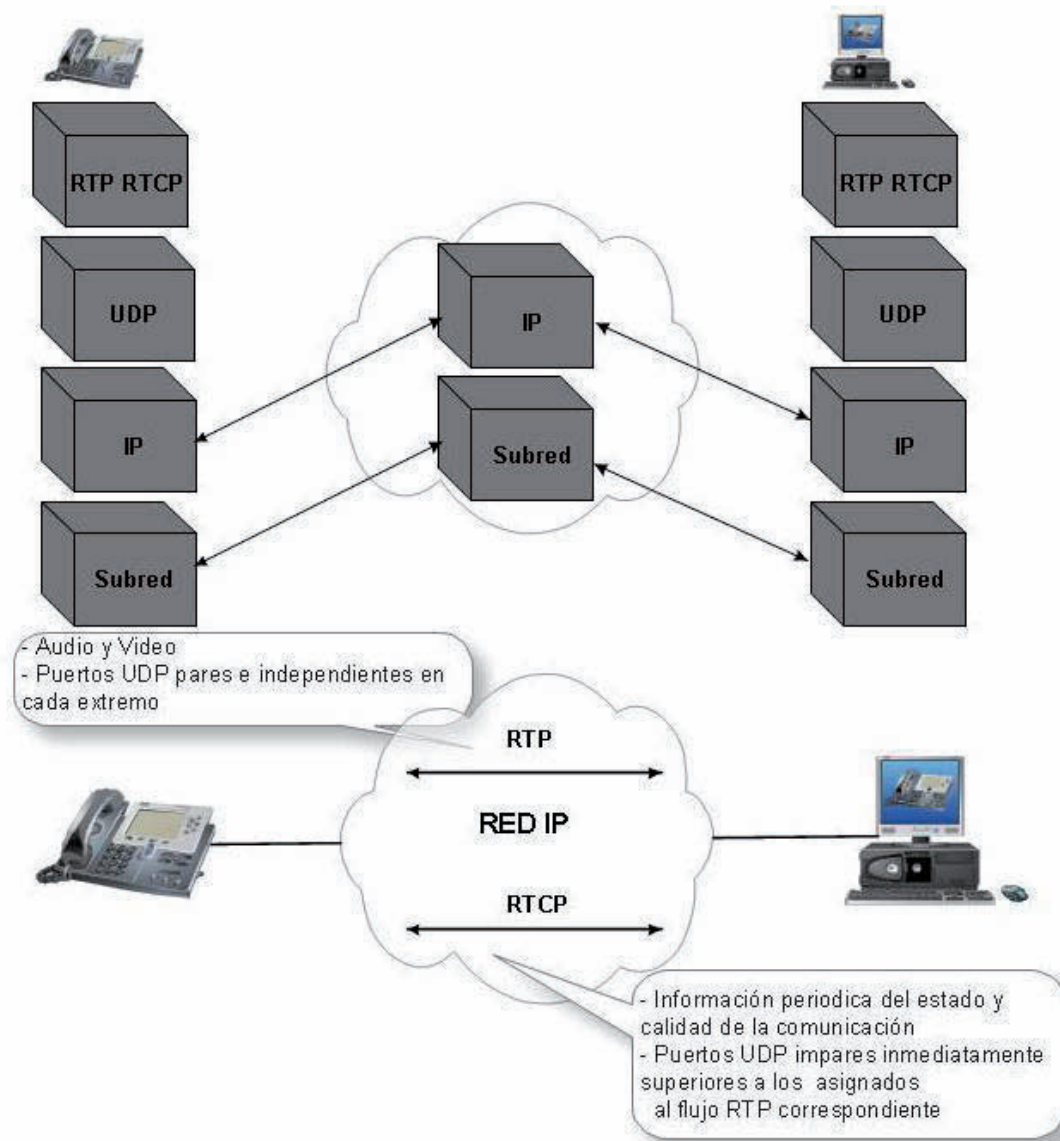


Figura 3.2. Tráfico RTP y RTPC a través de la red.

3.2.1 RTPmnte

RTP (Real Time Protocol) es el estándar que define las comunicaciones de audio y video en tiempo real sobre redes IP, asumiendo, por lo tanto, la existencia de pérdidas y retardos y la posibilidad de variación dinámica de las características de la red en el transcurso de la comunicación. Suministra funciones de transporte de extremo a extremo y ofrece servicios tales como identificación del tipo de carga, numeración de secuencia, etc. No garantiza la entrega de tráfico en tiempo real pero sí suministra los recursos para que este se entregue de manera sincronizada.^[17]

Los paquetes RTP están divididos en dos bloques, ver figura 3.3. Uno, se encuentra en la cabecera que contiene la información necesaria para reconstruir el flujo de bits generado por el codec del emisor, el segundo, es la carga útil o el flujo de bits.

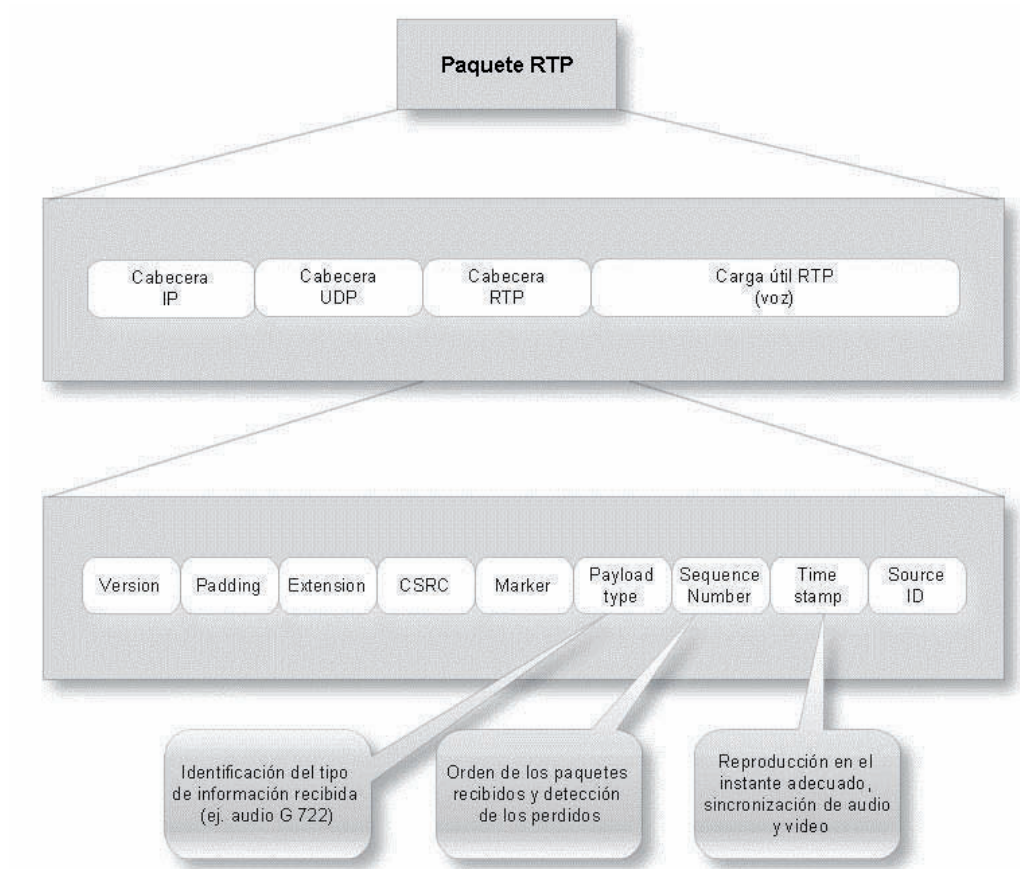


Figura 3.3. Encapsulamiento de los paquetes de voz.

RTP permite identificar el tipo de información transportada, aumentar marcas temporales (time stamp) y números de secuencia y controlar la llegada de los paquetes. Esta información la utilizan los receptores para reconstruir el flujo de paquetes que genere el receptor eliminando, en la medida de lo posible, los efectos de las pérdidas, el retardo y el jitter.

En algunos casos, con el objetivo de aumentar la eficiencia del transporte se ofrece la posibilidad de comprimir las cabeceras utilizando una versión comprimida de RTP

denominada cRTP (compressed RTP). El principal problema de cRTP es que introduce un retardo adicional debido al proceso de compresión.

3.2.2 RTCP

RTP como lo acabamos de analizar dispone de medios para, en presencia de pérdidas, jitter o retardo, poder continuar con la reproducción del flujo de paquetes. Sin embargo, no especifica ningún medio de estimar los valores de dichos parámetros. De esto, precisamente se encarga su protocolo de control asociado, RTCP (Real Time Control Protocol).

RTCP describe el intercambio de mensajes de control relacionados, fundamentalmente con la calidad de servicio (retardo, jitter, tasa de pérdidas, etc.). Aunque opcional, su utilización es recomendable porque proporciona información de estado de la comunicación con el fin de detectar, por ejemplo, situaciones en las que la calidad de transmisión no es suficiente aunque no provee de los mecanismos necesarios para mejorar las prestaciones de la red (reserva de ancho de banda, control de la congestión, etc.).

Además de la información relacionada con la calidad de servicio, RTCP proporciona otras funciones adicionales como la identificación de la fuente, la sincronización entre medios o el control de la sesión.^[17]

3.2.3 RTSP

RTSP (Real Time Streaming Protocol) es un protocolo de nivel de aplicación que define como debe llevarse a cabo el streaming. Se entiende por streaming la capacidad de distribución de contenido multimedia de manera que es posible visualizarlos mientras están siendo transmitidos (es decir, sin necesidad de descargárselos completamente).

Una vez que la aplicación cliente ha recibido suficientes paquetes comienza la reproducción y, simultáneamente, puede estar descomprimiendo otro y

reproduciendo otro, ver figura 3.4. Por otra parte, un servidor mantiene información de estado de cada cliente que esté conectado a él.^[17]

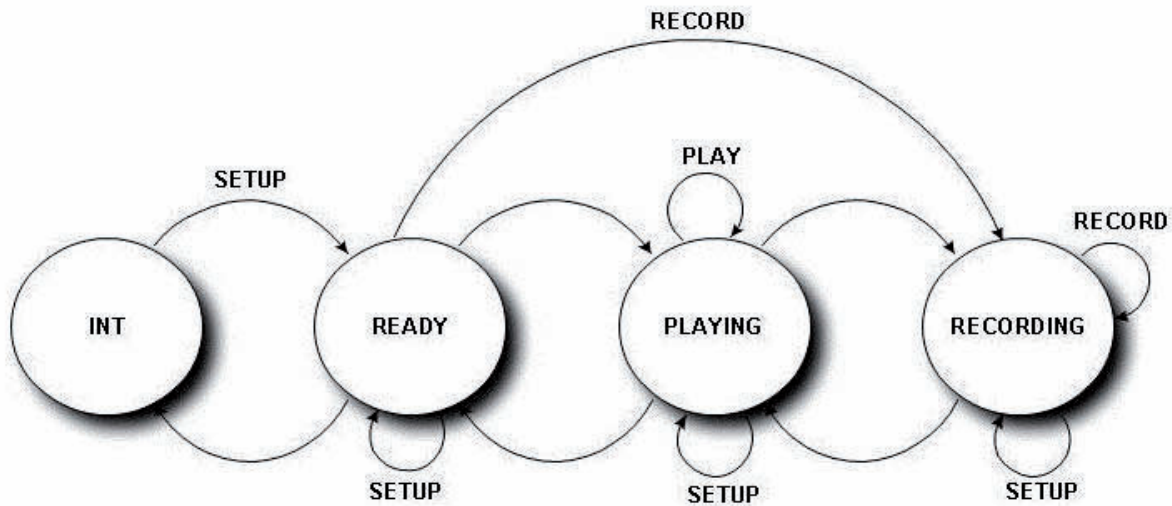


Figura 3.4. Diagrama de estados de un cliente RTSP.

3.3 Protocolos de Señalización.

Los protocolos de señalización en redes de voz sobre paquetes se dividen en dos, protocolos de señalización entre terminales y protocolos de señalización en la red IP. Los protocolos de señalización entre terminales son los mismos que cualquier tipo de comunicaciones multimedia (voz, video y audio) a través de las redes de paquetes. Aplicadas a la red IP, tienen como objetivo mantener la interfaz con el usuario típica de las redes telefónicas, es decir, generar los tonos y señales necesarios para que el usuario no perciba que la tecnología de soporte de las llamadas telefónicas ha cambiado. Los protocolos más destacados, son el H.323 de la ITU-T y el SIP del IETF, ver figura 3.5.^[21]

	H.323	SIP
Organismo de estandarización	ITU	IETF
Arquitectura	Distribuida	Distribuida
Versión actual	H.323v5 (Julio 2003)	RFC 3261-3266
Responsable del control de llamadas	Gatekeeper	Servidor proxy o servidor de desvío
Puntos finales	Pasarela, terminal	Agente de usuario
Señalización	TCP o UDP	TCP o UDP
Soporte multimedia	Sí	Sí
DTMF-relay	H.245 (señalización) o RFC 2833 (datos)	INFO (señalización) o RFC 2833 (datos)
Fax-relay	T.38	T.38
Servicios Suplementarios	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas

Figura 3.5. Comparación entre H.323 y SIP.

Los protocolos de señalización en la red de paquetes, surgieron por la necesidad de tener nuevas redes de señalización más económicas que las basadas en la conmutación de circuitos tradicional.

Las centrales de conmutación son el precio más alto en cuanto a la señalización, ya que tienen cierta inteligencia y capacidad de proceso, debido a que las funciones de señalización están distribuidas por todos los conmutadores de la red. A la hora de diseñar los protocolos de señalización en la red de paquetes se ha tenido en cuenta este hecho y, por ello, las funciones de señalización se centralizan en un controlador que establece un dialogo con las pasarelas y las controla remotamente. Los protocolos más extendidos en este caso son MGCP y SIGTRAN.

3.3.1 H.323

H.323 es, en realidad, un conjunto de protocolos, ver figuras 3.6 y 3.7 que definen los componentes y los medios de interacción entre los mismos que deben cumplirse para soportar comunicaciones multimedia sobre redes de paquetes sin conexión ni garantía de calidad de servicio, como es el caso de las redes IP. Hoy en día, la gran parte de gateways y gatekeepers que se encuentran en el mercado lo soportan.

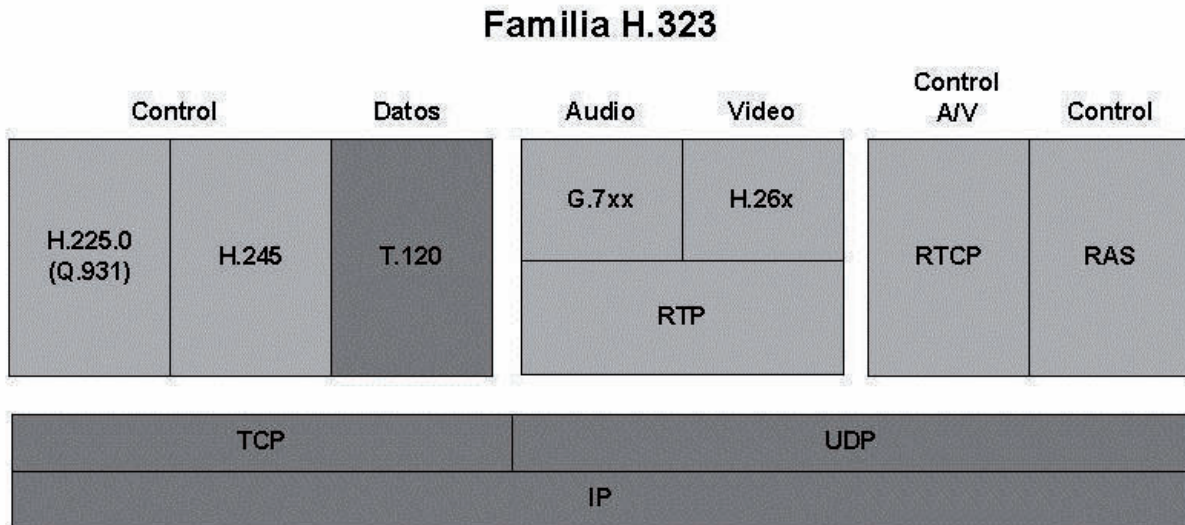


Figura 3.6. Protocolos de la familia H.323.

Así el protocolo H.323 es una suite de protocolos de audio y video preparada para compartir aplicaciones. Los protocolos críticos incluyen el protocolo H.225 para empaquetar, sincronizar e iniciar las llamadas usando mensajes de señalización Q.931 en la RDSI. H.245 se usa para la negociación y el manejo de los canales lógicos. La señalización se transporta sobre TCP, es decir:

- ❖ Q.931 maneja la inicialización y el fin de las llamadas.
- ❖ H.245 negocia las capacidades y el uso de los canales.
- ❖ H.235 realiza la autenticación y otras funciones de seguridad.



Figura 3.7. Estándares H.323.

Una red H.323 está compuesta por cuatro tipos de elementos, tal y como muestra la figura 3.8, que son: Terminales, Pasarelas, Gatekeepers y Unidades de control.^[17]

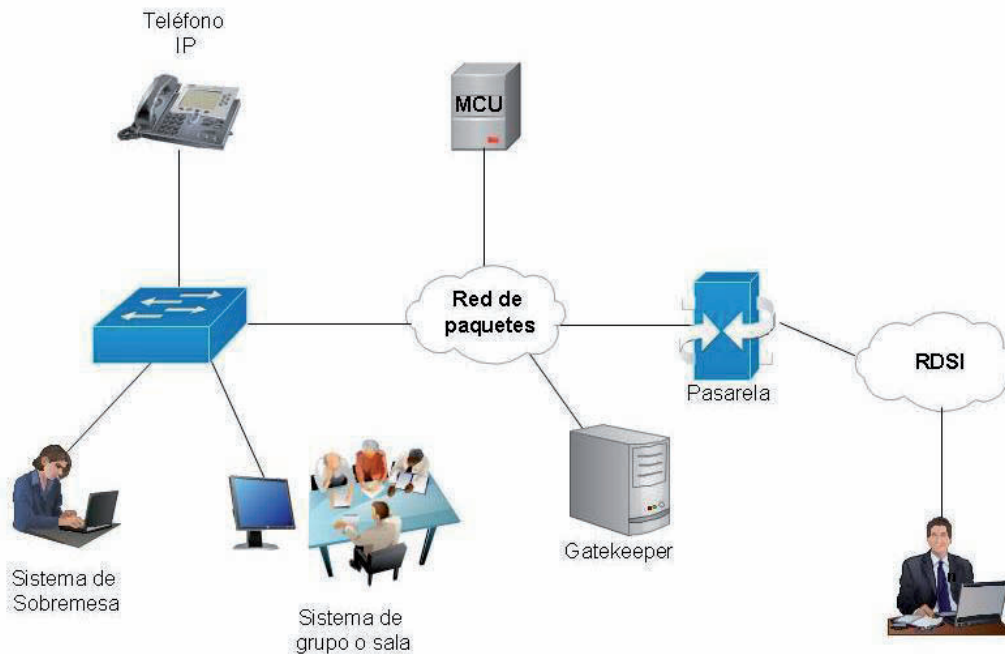


Figura 3.8. Elementos de una red H.323.

3.3.1.1 Terminales

Son los equipos que utilizan los usuarios finales, un ejemplo son los teléfonos tradicionales (analógicos, RDSI, GSM, etc.), los teléfonos IP, las computadoras (equipadas con tarjeta de sonido, micrófono y altavoces) y sistemas de grupo o sala. Las comunicaciones de audio son obligatorias, quedando las de video y datos como opcionales, sin embargo, en cualquier caso, deben ser todas bidireccionales. (Ver Figura 3.9). Todas las terminales deben de soportar H.245, Q.931, RAS y RTP.

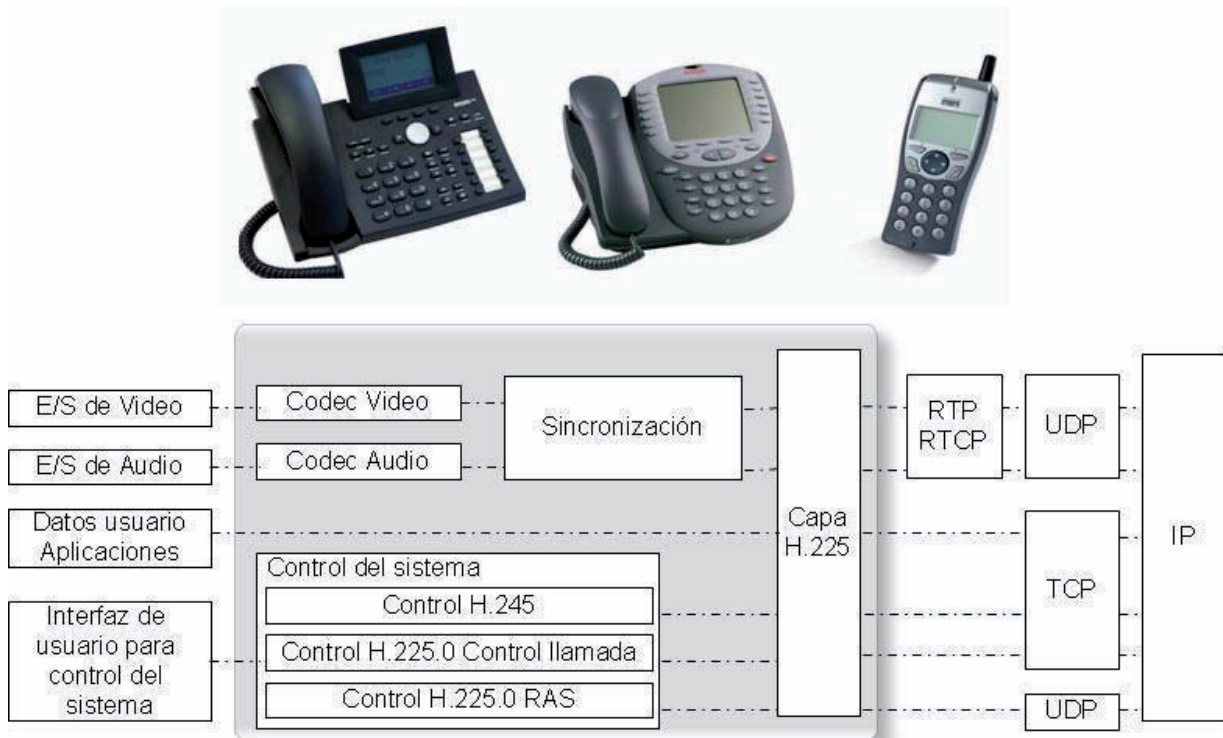


Figura 3.9. Terminales.

3.3.1.2 Gateways.

Los gateways se encargan de la interconexión de una red H.323 con otra red que no lo sea. Sus funciones básicas son la traducción de protocolos de establecimiento y liberación de llamadas y la conversión de los formatos de la información entre diferentes tipos de redes. Son elementos opcionales cuando las comunicaciones multimedia se establecen entre equipos de una misma red local.^[17]

3.3.1.3 Gatekeepers.

El Gatekeeper, de los que se puede tener más de uno, es el componente más crítico de una red H.323, cuando está presente, puesto que se encarga de las tareas de control en su zona de influencia, ver figura 3.10. Dentro de su zona, el gatekeeper provee una serie de servicios a entidades registradas, entre los que se encuentran la gestión de zona, el control de admisión, la gestión del ancho de banda y la traducción de direcciones (IP-números de teléfono).^[17]

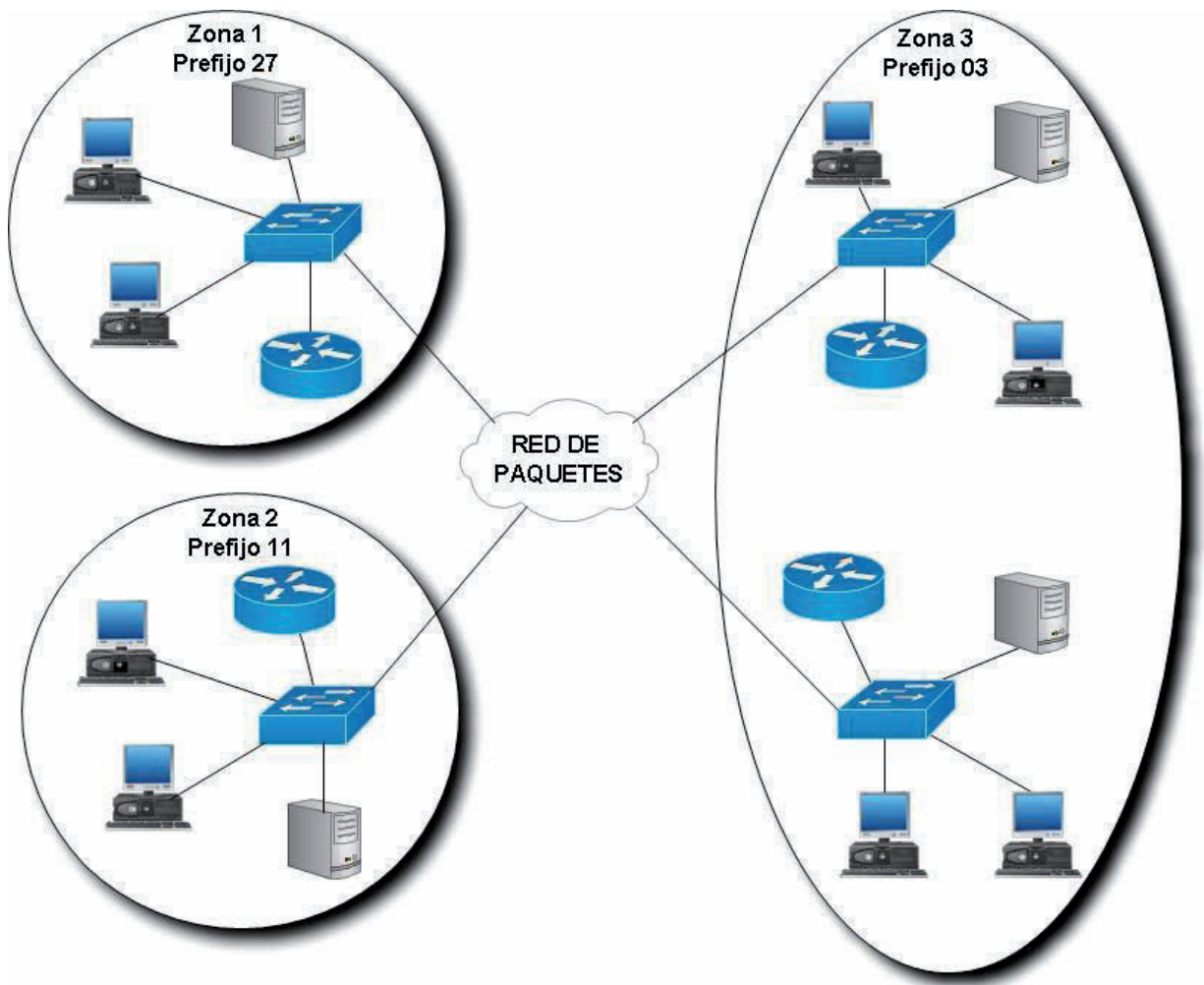


Figura 3.10. Zonas H.323.

3.3.1.4 Unidad Multiconferencia.

Las unidades de control multipunto (MCU, Multiconference Control Unit), se emplean en comunicaciones simultáneas entre más de dos usuarios (multiconferencias). Se encargan de mezclar los flujos de audio y video y distribuir dichos flujos entre todos los participantes.

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y video. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de video (opcional) se trata con la norma H.261 o H.263. Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la comparación de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.^[17]

3.3.1.5 Arquitectura.

A continuación se muestra en la figura 3.11 la arquitectura de una red H.323 sobre IP, siguiendo la estructura de niveles del modelo de referencia OSI.

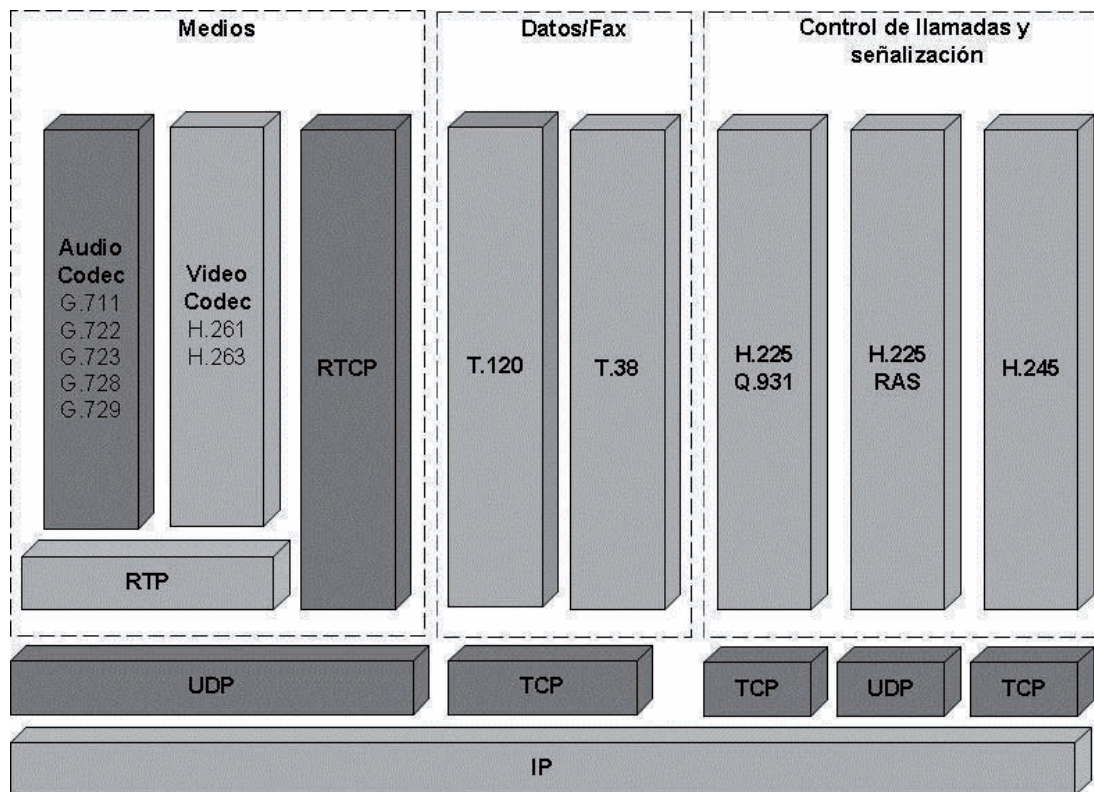


Figura 3.11. Arquitectura de protocolos de H.323.

En el estándar H.323 se ubican dos elementos: terminales y gatekeepers. Con la terminal se comunicara el usuario, y el gatekeeper, es un punto central donde se registran los usuarios para utilizar los servicios de la telefonía IP. Los gateways y MCU, son opcionales, solo se utilizan para ciertos casos.

Los flujos de bits generados por las aplicaciones de video y audio son transportados por la red mediante RTP y RTCP, mientras que las aplicaciones de datos se acomodan a la recomendación T.12X. Ya a nivel de transporte, dependiendo de su naturaleza, utilizan TCP o UDP.

El dialogo entre terminales H.323 y el gatekeeper se desarrolla mediante la especificación H.225 RAS (Registration, Admission and Status) y la comunicación entre ambas entidades tiene como propósito el registro, la admisión y el control del estado de un terminal de usuario dentro de una red H.323.

En la fase de registro H.323 indica al gatekeeper su dirección IP para que este último mantenga un vinculo entre la dirección lógica del usuario (nombre de usuario, e-mail, numero de extensión telefónica o cualquier otro identificador lógico del usuario) y su dirección IP o dirección de red.

Como hemos visto, una de las funciones más importantes es la señalización, ver figura 3.12. Para cada llamada, se establece un canal de señalización entre el terminal y el gatekeeper (canal RAS), un canal de señalización entre los terminales (señalización Q.931) y un canal lógico de control entre los terminales (canal lógico H.245).

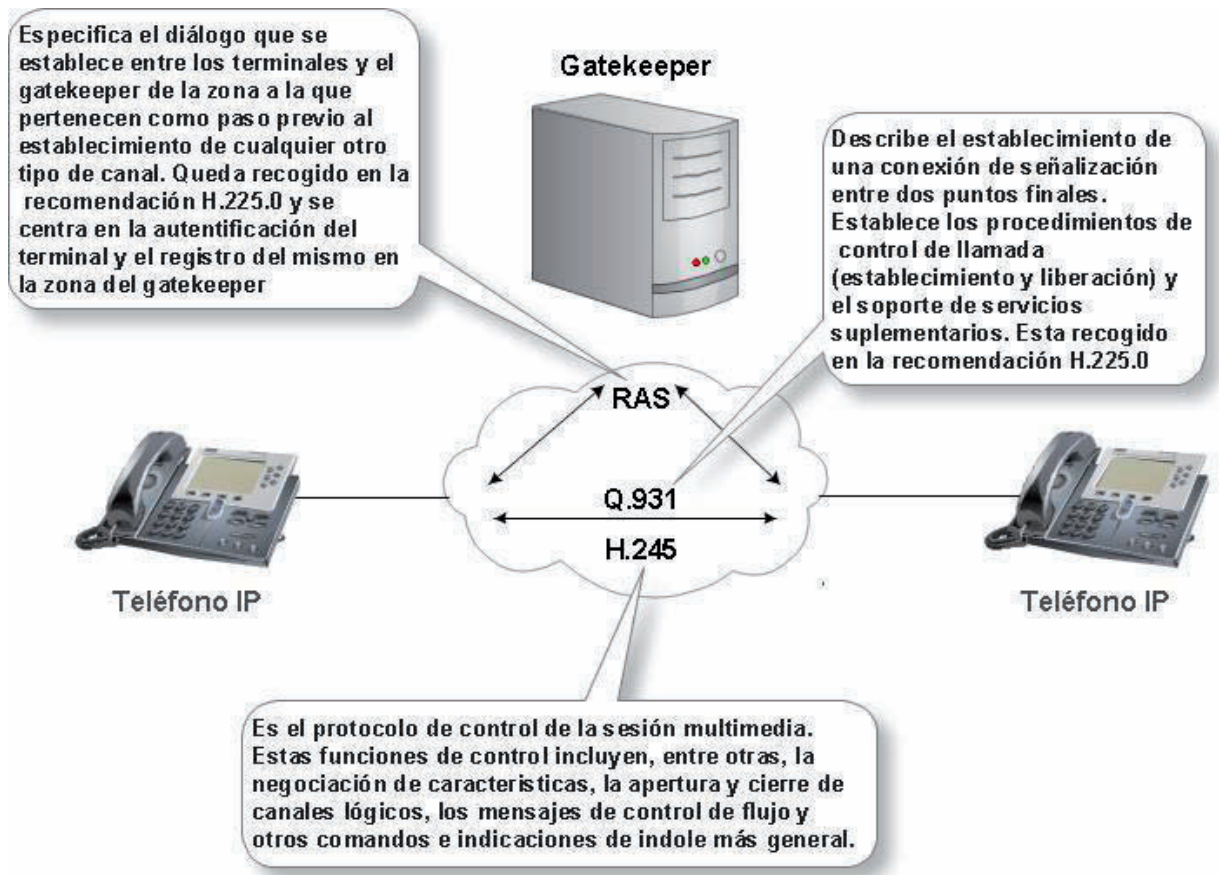


Figura 3.12 Señalización H.323.

El paso previo al establecimiento de una comunicación entre dos terminales es la resolución de la dirección IP del destinatario de la llamada. En este proceso el usuario llamante invoca mediante H.225 RAS al gatekeeper para conocer la dirección IP del destinatario. Si el proceso de registro del destinatario fue satisfactorio el gatekeeper conocerá su dirección IP, y esta dirección física se le entrega al llamante para que inicie la llamada. En este punto hay que recordar que el gatekeeper tiene el poder para denegar una llamada, es decir, puede no autorizar al llamante y así mismo, puede no autorizar al llamado a atender la llamada. Toda comunicación de naturaleza H.225 RAS se transporta sobre UDP.

De esta manera, en primer lugar, el terminal llamante, a través del canal RAS, solicita al gatekeeper de su zona permiso para realizar la llamada. Si este se lo concede, el terminal abre una conexión TCP con el destino y envía sobre ella un mensaje Q.931

de establecimiento de la conexión (SETUP). El destino, al recibir el mensaje de establecimiento solicita al gatekeeper permiso de manera similar a como lo hizo el llamante. Recibida la autorización, envía al llamante un mensaje Q.931 notificando que ha aceptado la petición de llamada. Hecho esto, se entra en la fase de negociación de características en la que se negocia, por ejemplo, el tipo de codec que se utilizara durante la conversación. Esta negociación se lleva a cabo mediante el intercambio de mensajes H.245 sobre datagramas TCP. Finalmente, la comunicación queda establecida cuando ambos extremos se informan mutuamente de los puertos UDP de los canales RTP por los que fluirán los datos de cada extremo.

A continuación en la figura 3.13 se muestra el flujo de mensajes de señalización típico para el establecimiento de una comunicación H.323.

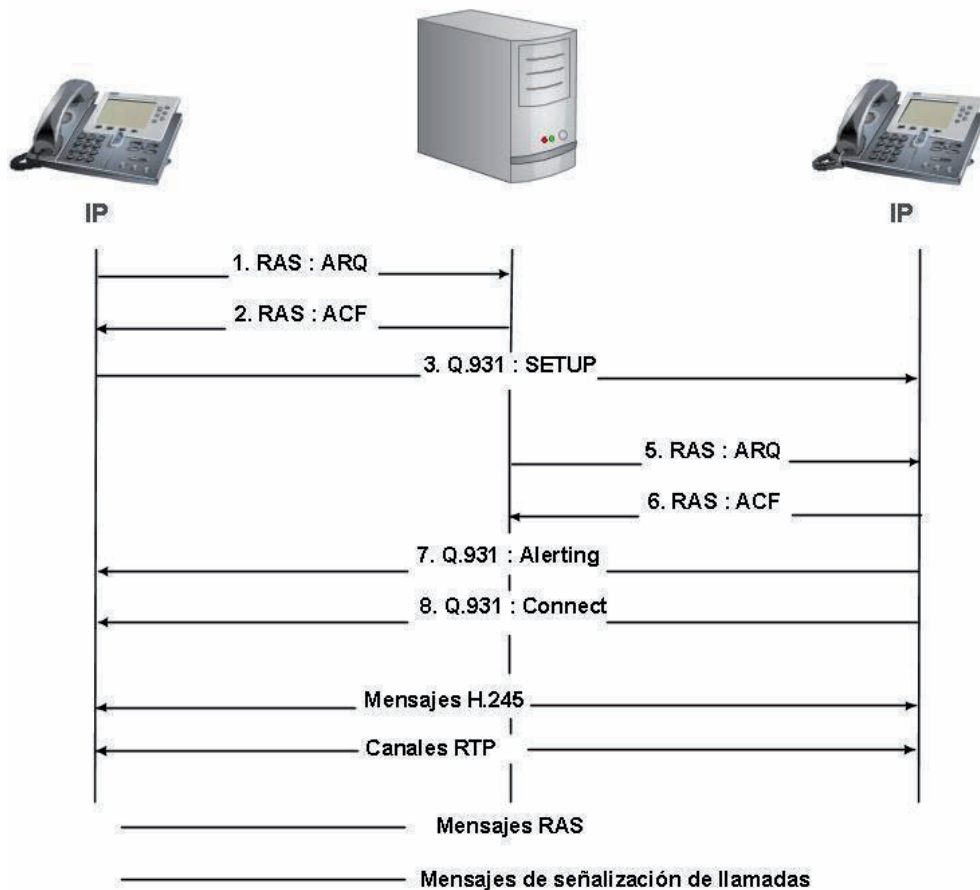


Figura 3.13. Establecimiento de llamada H.323.

H.323 utiliza UDP como nivel de transporte de la voz y el video. Ambos flujos de información se codifican respectivamente según las especificaciones G.7xx y H.26x. Dentro de H.323, complementado a UDP, se encuentran los protocolos RTP y RTCP que entre otras funciones son los responsables de introducir marcas de tiempo en cada datagrama de información para la correcta secuenciación y posterior reconstrucción de caudal de voz o video.

Capítulo 4

IMPLEMENTACIÓN CORPORATIVA

4.0 Introducción.

En los capítulos anteriores se han estudiado los principios básicos de las tecnologías de voz sobre paquetes.

Ahora se aplicaran los conocimientos aprendidos a un ejemplo en el que se describirá con cierto nivel a detalle los cálculos de ingeniería que necesitan realizarse para de implantar una solución VoIP en un corporativo con sedes en varias capitales del país.

Un proyecto de telefonía IP tiene siempre que abordar un balance entre los beneficios que esta tecnología le otorga al cliente, ya sean económicos, de mejora de la operación de la red, organización, operación, entre otras. Esto frente a las inversiones que necesariamente tendría que realizar.

Para determinar el tamaño de la inversión, se realiza un análisis de la infraestructura existente de comunicaciones y la calidad de servicio, dando así el visto bueno para la implementación o recomendar cambios.

Al comienzo de cualquier proyecto es conveniente seguir un enfoque estructurado y ordenado, dividir el proyecto en fases de complejidad crecientes que facilite la detección de posibles desviaciones respecto al comportamiento esperado y la toma de medidas correctivas para no poner en peligro el éxito del mismo.

4.1 Planteamiento del proyecto.

Antes de plantear el proyecto observemos el diagrama de la metodología que se seguira para la realización de el proyecto, ver figura 4.1.

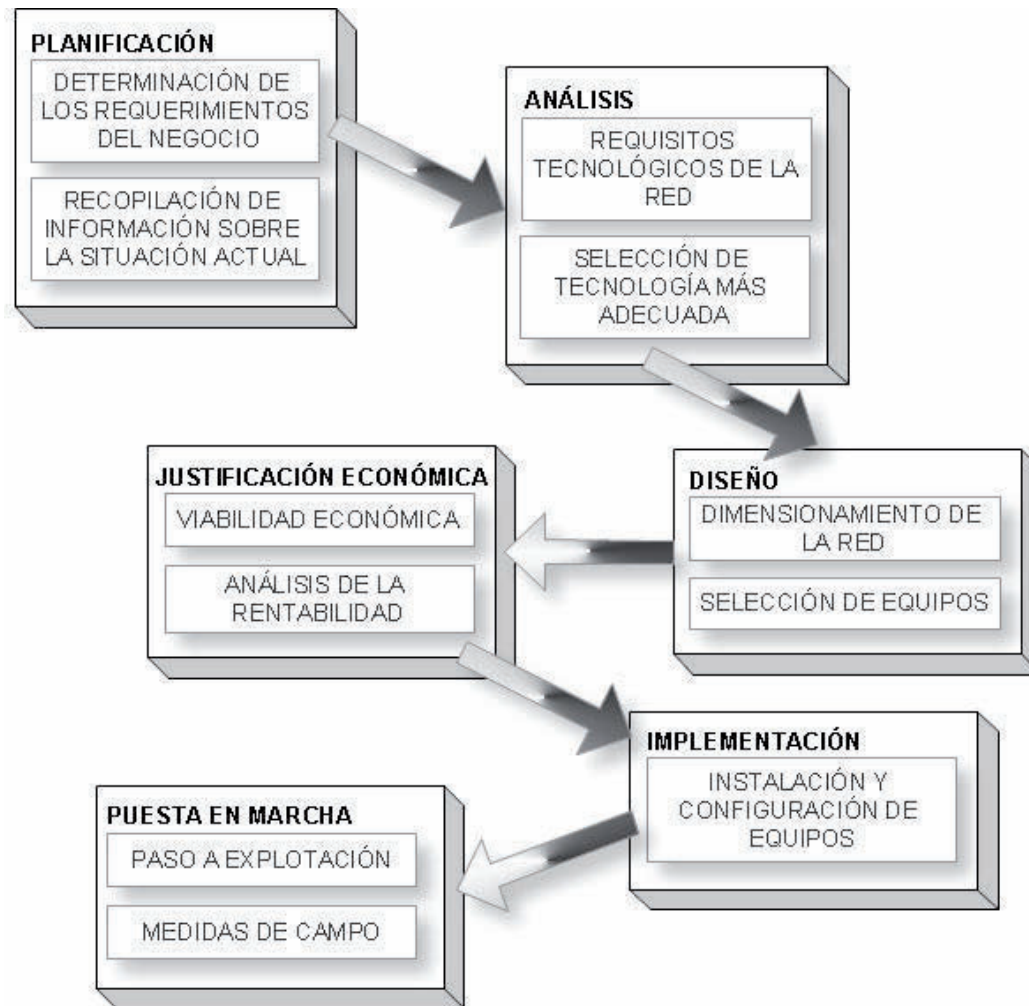


Figura 4.1. Metodología de realización de proyectos tecnológicos.

Tomemos de ejemplo un corporativo mexicano con oficinas centrales en la Ciudad de México (150 empleados) y cuatro oficinas ubicadas en Monterrey (80 empleados), Morelia (60 empleados), Cancún (90 empleados) y Hermosillo (100 empleados).

La red de voz consiste en PBX (Private Branch Xchange, Central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía) interconectadas a través de la RTPC y el 20% del tráfico de voz total de cada sede corresponde a comunicaciones con la oficina central, siendo el tráfico entre sedes prácticamente inexistente.

En cuanto a red de datos, cada oficina dispone de una red LAN conectada a Internet a través de un router, ver Figura 4.2.

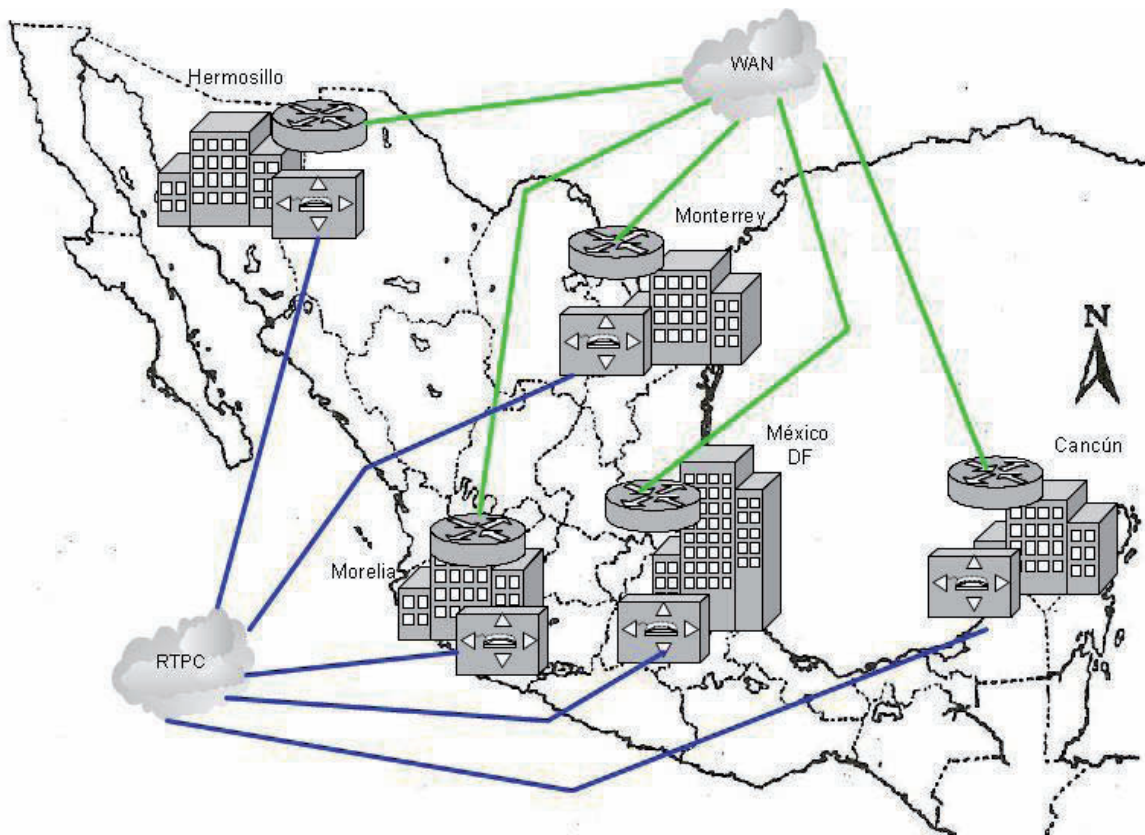


Figura 4.2. Red de comunicaciones actual.

También habrá que suponer que se abre un Call Center IP en Querétaro con los siguientes parámetros de funcionamiento:

- ❖ 200 llamadas recibidas durante la hora pico.
- ❖ Tiempo promedio de conversación: 3 minutos.
- ❖ Tiempo de trabajo tras llamada: 16 segundos.
- ❖ Probabilidad de bloqueo: 1%.
- ❖ Probabilidad de espera en cola: 1%.

Ver figura 4.3. Donde se ilustra la red de comunicaciones planeada para el futuro.

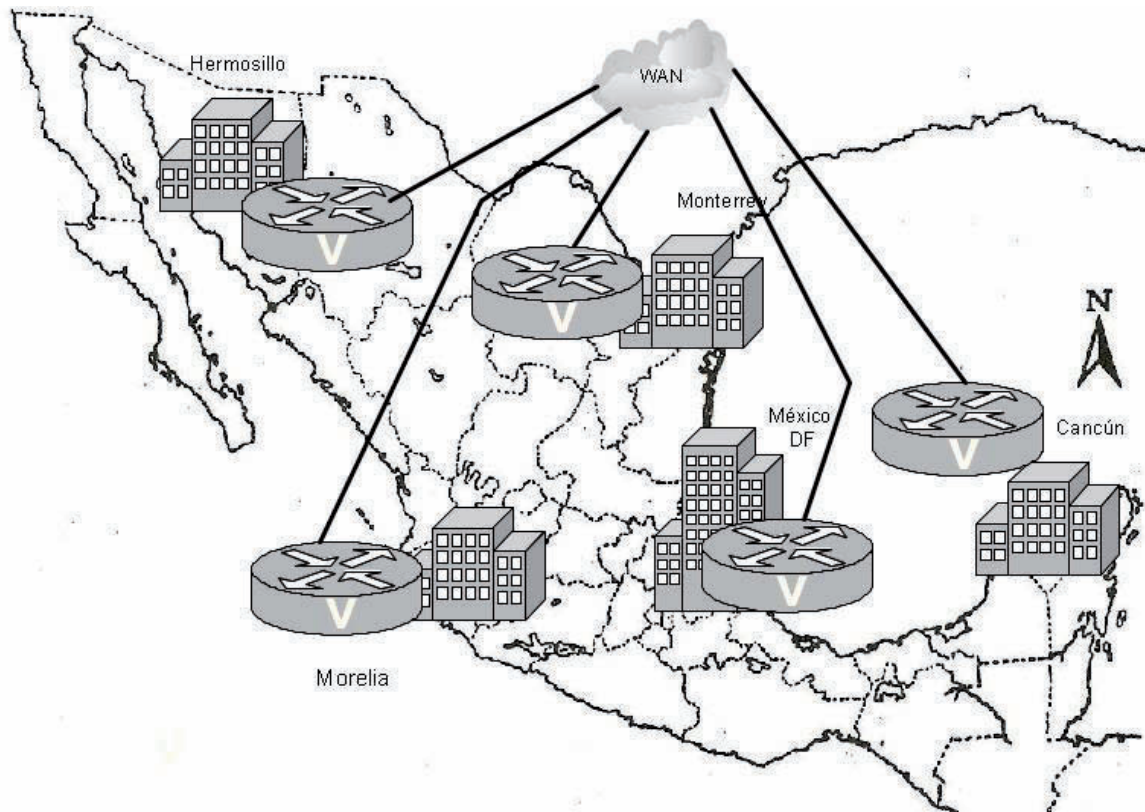


Figura 4.3. Red de comunicaciones futura.

4.2 Planificación.

La Planificación es una etapa fundamental para el éxito de cualquier proyecto. Desde el comienzo del proyecto es indispensable identificar las actividades implicadas en la realización del mismo, ordenarlas, definir sus relaciones de dependencia y prioridad, los aspectos que pueden incidir en su cumplimiento, los objetivos, y todo aquello que intervenga en el objetivo final de dicho proyecto.

El primer paso es analizar el estado actual de la red de voz y la red de datos, después es necesario revisar el equipo existente y evaluar sus características para determinar los costos de operación.

Para analizar el estado de la red de voz es necesario recurrir a los registros de llamadas, las cuales contienen información sobre la duración y su costo en función del destinatario de las mismas. Una vez que se dispone de los registros, se

determina su distribución temporal y espacial para poder llevar a cabo el análisis del tráfico correctamente.

Para el caso de análisis, cada empleado pasa un promedio de 90 minutos al día hablando por teléfono y que se trabajan 20 días al mes con una jornada laboral de 8.5 horas diarias. Con estos datos, resulta que el costo de las comunicaciones de voz por cada sede es el reflejado en la tabla 4.1:

Total de minutos al mes = 90 minutos/día * 20 días/mes * N° de empleados

Tabla 4.1. Costo de las comunicaciones de voz.

Sede	Número de empleados	Total de minutos de voz al mes	Costo por minuto	Costo mensual
Mexico DF	150	270,000	\$1.20	\$324,000.00
Monterrey	80	144,000	\$1.50	\$216,000.00
Morelia	60	108,000	\$1.10	\$118,800.00
Cancún	90	162,000	\$1.80	\$291,600.00
Hermosillo	100	180,000	\$1.20	\$216,000.00
			TOTAL	\$1,166,400.00

También es necesario realizar una auditoría de la infraestructura informática que existe con el fin de determinar si es capaz de soportar el tráfico de voz con la calidad necesaria y agregar las mejoras pertinentes.

En este ejemplo, las comunicaciones de datos pasan por todas las oficinas centrales de México y se encuentran unidas a ella a través de enlaces de 2 Mbps. La figura 4.4 muestra un esquema de la red.

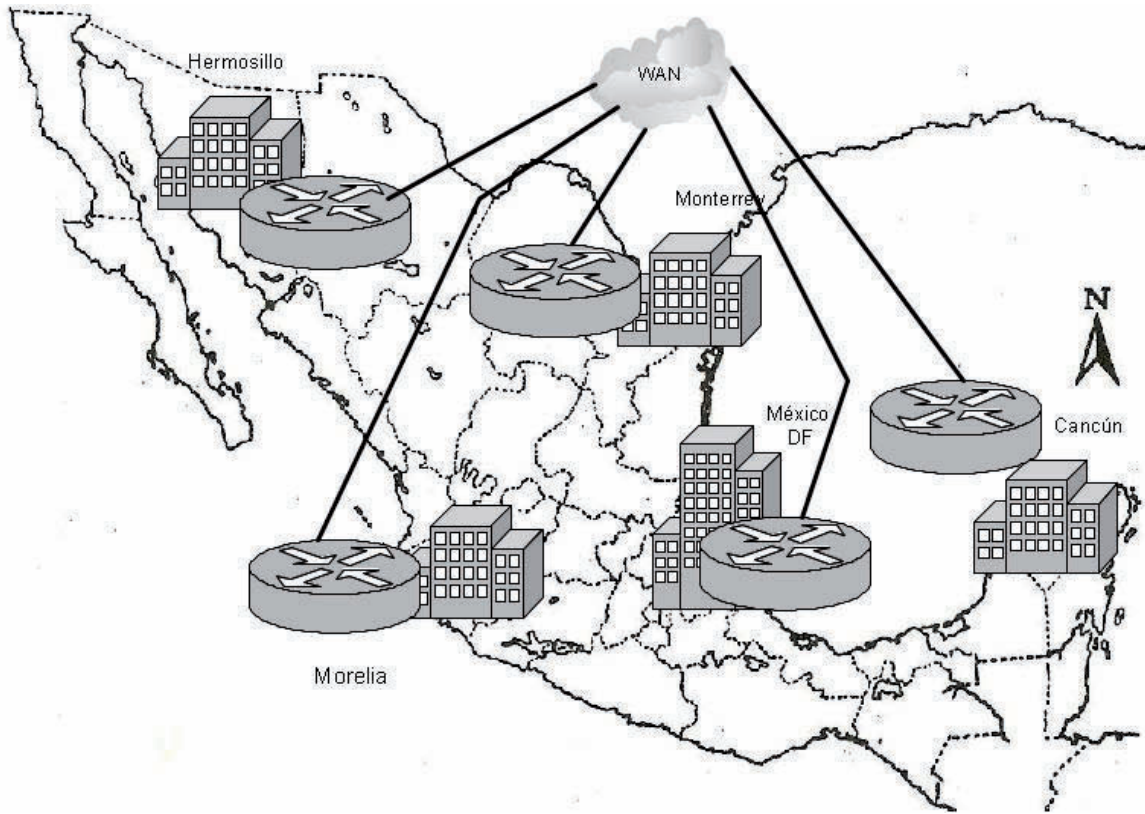


Figura 4.4. Red de datos de partida

En cuanto al direccionamiento, se utiliza uno privado excepto en los equipos servidores que tienen asignadas direcciones públicas, por las razones que ya se han explicado en el capítulo 2. Los rangos de IP empleados en cada oficina son los siguientes, ver tabla 4.2.

Tabla 4.2. Plan de direccionamiento.

Sede	Direccionamiento
México DF	192.168.1.0/23
Monterrey	192.168.2.0/23
Morelia	192.168.3.0/23
Cancún	192.168.4.0/23
Hermosillo	192.168.5.0/23

Finalmente, se procede a la documentación y evaluación de la infraestructura de cableado y alimentación, tomando en cuenta que las redes de voz sobre paquetes exige un cableado y una alimentación fiables.

4.3 Análisis

Tal como lo enuncia el ejemplo, el tráfico de voz entre las oficinas es prácticamente nulo, caso contrario de lo que ocurre con la oficina central de la ciudad de México. Además, ya existe una red corporativa de voz en funcionamiento la cual se puede seguir utilizando. Por estas razones, la arquitectura más adecuada en este caso es una configuración toll-by-pass en la que la red de datos se utiliza para transportar los paquetes de voz y los paquetes de datos. Es decir, habrá que conectar las PBX a la red IP mediante el gateway adecuado y reservar en la red de datos el ancho de banda suficiente para las comunicaciones vocales, ver Figura 4.5.

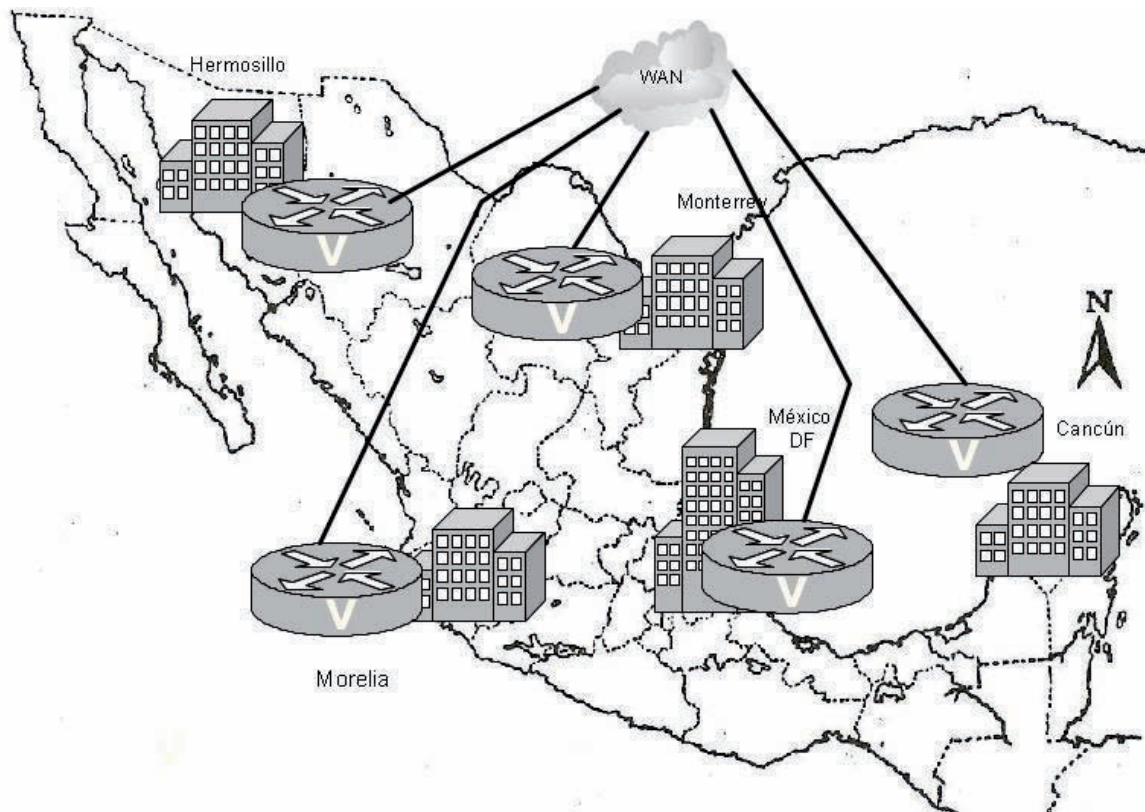


Figura 4.5. Red de comunicaciones integrada.

4.4 Diseño

En esta etapa del proyecto se establece la ingeniería de red y exige realizar los cálculos necesarios para garantizar el cumplimiento de los objetivos definidos durante la etapa de planificación.

4.4.1 Cálculo de la capacidad

Una de las etapas críticas del diseño de una solución de VoIP es el cálculo del ancho de banda necesario para pasar el tráfico de llamadas y el de datos manteniendo la calidad de servicio exigida por cada tipo de tráfico.

En este ancho de banda influyen principalmente tres factores: el volumen del tráfico de llamadas (llamadas que debe soportar la red), el codec empleado para la generación de los paquetes de voz y el formato de dichos paquetes (cabecera e información útil).

El tráfico es una medida de la carga de los recursos de la red, es decir, que a mayor nivel de tráfico más cargados estarán los recursos o serán requeridos para mantener una ocupación dada. Un aspecto importante en el análisis del tráfico es la capacidad de bloqueo del sistema, es la probabilidad de que un usuario acceda al sistema para realizar una llamada y éste no disponga de los recursos necesarios para realizarla. Idealmente esta probabilidad debería ser nula.

Sin embargo, en un sistema con estas características algunos recursos estarían desocupados parte del tiempo. En el mundo real en el que ocupar un recurso significa pagar por él, la eficiencia de utilización de los recursos de la red resulta crítica. Es por eso que se buscan soluciones más eficientes tolerando una cierta probabilidad de bloqueo a la vez que se garantiza una calidad de servicio elevada. En las redes telefónicas, los valores de la probabilidad de bloqueo se encuentran en promedio al 0.5 % o 1 %.

Una vez que se ha establecido el valor de la probabilidad de bloqueo que se desea tolerar, el paso siguiente es calcular el volumen de tráfico que la red tendrá que aceptar. Para ello, debemos analizar los registros CDR para obtener el tráfico en la hora pico (BHT, BusiestHourTraffic), es decir, los sesenta minutos en los que los niveles de tráfico alcanzan mayores niveles que regularmente suele ser al mediodía. Desgraciadamente, no siempre se dispone de esta información y resulta bastante habitual realizar una serie de suposiciones al respecto, ver tabla 4.3.

Tabla 4.3. Niveles de Tráfico de voz en la hora pico.

Oficina	Número de empleados	Tráfico diario (Er)	Tráfico BHT (Er)
Monterrey	80	14.12	3.11
Morelia	60	10.59	2.33
Cancún	90	15.89	3.5
Hermosillo	100	17.65	3.89

Para finalizar, se calcula el número de canales de voz (C_{voz}) necesarios para transportar el curso del tráfico (A) con una determinada probabilidad de bloqueo (PB) utilizando para ello la tabla de tráfico de Erlang-B, ver tabla 4.4.

Tabla 4.4. Tabla de Tráfico de Erlang B.

Erlang B Traffic Table

Maximum Offered Load Versus B and N
B is in %

N/B	PROBABILIDAD DE BLOQUEO (PB)							
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511

TRAFICO BHT (Er)

Con la tabla anterior, obtenemos que, ver tabla 4.5.

Tabla 4.5. Canales de voz entre cada sede y la oficina central de México DF.

Oficina	Tráfico BHT (Er)	PB	Canales de Voz
Monterrey	3.11	0.5 %	9
Morelia	2.33	0.5 %	7
Cancún	3.5	0.5 %	9
Hermosillo	3.89	0.5 %	10

Otro aspecto crítico en el cálculo del ancho de banda es el codec empleado para codificar los paquetes de voz y que determinarán, entre otros aspectos, la calidad de la voz, el ancho de banda por canal y el retardo sufrido por los paquetes. Los parámetros que permiten distinguir los codecs son:

La elección de un codec u otro depende de los parámetros más importantes en cada caso. En la práctica, G.711, G.723 y G.729 son los más empleados.

Sin embargo, los paquetes generados por el codec no se transmiten directamente por la red, sino que viajan con el añadido de cabeceras empleadas por los protocolos de los diferentes niveles. Estos bits adicionales de control también consumen ancho de banda y, por ello, debemos tenerlos en cuenta.

En un paquete genérico, podemos distinguir entre carga útil o muestras de voz y sobrecarga o, es decir, las cabeceras y la información de control. La carga útil está determinada por el tiempo de generación de cada paquete de voz (por defecto, 20 ms) y por la velocidad del codec, según la expresión:

$$\text{Payload(bytes)} = \frac{\text{codec_speed(bps)} \cdot \text{datagram_delay(ms)}}{8 \text{ bits/byte} \cdot 1000 \text{ ms/s}}$$

Se utiliza el codec G.729 a 8 Kbps y un tiempo entre paquetes de 20 ms, el tamaño de la carga útil será de 20 bytes.

Por su parte, la sobrecarga queda definida por la pila de protocolos empleada. El flujo de bits de voz generado por el codec se encapsula en segmentos UDP, estos en paquetes IP y, finalmente, estos en la trama de PPP para su transmisión por el enlace punto a punto entre sucursales. En el peor de los casos, la sobrecarga será de 46 bytes. Por lo tanto, la trama completa tendrá una longitud de 66 bytes, ver tabla 4.6.

Cada llamada requiere de dos flujos RTP, uno para cada sentido de la comunicación. Por lo tanto, el ancho de banda por llamada será de:

$$BW(\text{KBbps}) = \frac{2 \times \text{frame_size}(\text{bytes}) \cdot 8 \text{ bits/byte}}{\text{Datagram_delay}(\text{ms})}$$

La utilización de RTCP consume un ancho de banda añadido al RTP. Supone entre 1 y 5 % del ancho de banda RTP. Aunque no es un tráfico excesivo, en sesiones con múltiples participantes es necesario para controlar avalanchas.

Por lo tanto el ancho de banda de cada canal vocal será de 52.8 Kbps. Con toda esta información, el ancho de banda necesario para dirigir las comunicaciones de voz será:

Tabla 4.6. Ancho de banda entre cada oficina y la oficina central.

Oficina	Canales de voz	Ancho de Banda (Kbps)
Monterrey	9	475.2
Morelia	7	369.6
Cancún	9	475.2
Hermosillo	10	528

Habría que seleccionar los anchos de banda que nos ofrezca el ISP más cercanos a estos valores, en consecuencia todos los enlaces que se contraten serán de 512 Kbps.

En el caso de Hermosillo, 512 Kbps no es un ancho de banda suficiente por lo que sería necesario hacer un estudio de campo para demostrar si es posible obtener la calidad deseada puesto que la diferencia de caudal entre el necesario y el contratado sería mínima.

4.4.2 Cálculo de retardo

Uno de los parámetros que va a determinar la calidad de la voz es el retardo que sufran los paquetes. La recomendación G.114 de la ITU-T establece como límite los 150 ms o 200 ms. Si se supera este valor, la voz de los interlocutores tenderá a solaparse y la conversación se tornará incomprensible.

El procedimiento que hay que seguir para el cálculo del retardo resulta bastante sencillo. En primer lugar, se suman todas las contribuciones al retardo que sufren los paquetes, distinguiendo entre retardo fijo y retardo variable (siempre en el caso peor) para una configuración dada. Una vez obtenidos estos valores, se procede a comprobar si superan o no el valor umbral aconsejable. Por ejemplo, en el enlace de Cancún y México DF se tendrían las siguientes fuentes de retardo, ver figura 4.6.

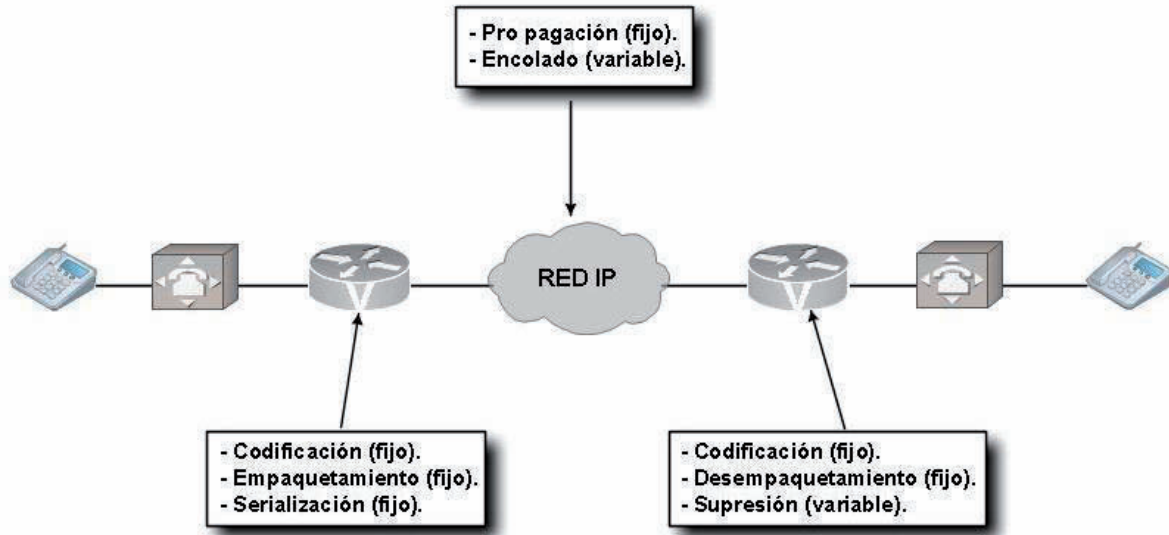


Figura. 4.6. Fuentes de retardo en la comunicación entre Cancún y México DF.

El retardo de codificación/decodificación y el empaquetamiento/desempaquetamiento están determinados por el codec utilizado, Ver tabla 4.7.

Tabla 4.7. Retardos para algunos codecs.

Codec	Velocidad por defecto	Tiempo entre paquetes	Retardo de paquetización	Retardo por defecto del buffer de jitter	MOS teórico máximo
G.711u	64 Kbps	20 ms	1.5 ms	2 datagramas (40 ms)	4.4
G.711a	64 Kbps	20 ms	1.5 ms	2 datagramas (40 ms)	4.4
G.729	8 Kbps	20 ms	15.0 ms	2 datagramas (40 ms)	4.1
G.723.1 MPMLQ	6.3 Kbps	30 ms	37.5 ms	2 datagramas (60 ms)	3.9
G.723.1 ACELP	5.3 Kbps	30 ms	37.5 ms	2 datagramas (60 ms)	3.7

En cuanto al retardo de supresión de jitter, a efectos de diseño, suele tomarse como igual a la duración de dos muestras de voz.

Hagamos la suposición que la red IP introduce un retardo fijo de 40 ms y un retardo variable de 25 ms. Si no dispone de ningún valor aproximado, la recomendación G.114 aconseja emplear un valor para el retardo de propagación de 6 μ s/km.

Falta calcular, entonces, el retardo de serialización como la relación entre el tamaño de la trama y la velocidad de la línea. Suponiendo que se contratan líneas de 512 Kbps y, teniendo en cuenta que el tamaño de la trama es de 66 bytes (528 bits), el retardo de serialización es de 1.03 ms.

Resumiendo, ver tabla 4.8.:

Tabla 4.8. Cálculo del retardo.

Concepto	Valor
Codificación	15 ms
Empaquetamiento	1,5 ms
Supresión de jitter	40 ms
Serialización	1.03 ms
Red	40 ms \pm 20 ms
TOTAL	98.03 ms \pm 20 ms

Por lo tanto, estamos dentro de los márgenes establecidos.

4.4.3 Dimensionamiento del Call Center IP

En el dimensionamiento de un Call Center IP (y de un Call Center en general), son dos las cuestiones fundamentales que hay que resolver: por un lado, el número de agentes necesarios y, por otro el número de líneas troncales (es decir, el ancho de banda) que unirán el Call Center con la red pública.

En una situación ideal el número de agentes necesarios debería variar según las circunstancias del Call Center, sin embargo, en la realidad ajustar el número de agentes cada hora resulta inviable. Por esta razón, se calcula el número de agentes en la hora pico a partir del número de llamadas recibidas, la duración media de las llamadas y el grado de servicio del centro. A la hora de determinar la duración media de las llamadas hay que considerar, además del tiempo de llamada, el tiempo de trabajo tras llamada o tiempo administrativo, ya que durante dicho intervalo el agente no está disponible para atender una llamada entrante. Teniendo toda esta información, ya se está en condiciones de aplicar el modelo Erlang-C para calcular el número de agentes. Llama la atención que el modelo de Erlang empleado sea distinto al que utilizamos para calcular los canales de voz necesarios para dirigir las comunicaciones de los usuarios. La razón es simple, mientras en el caso de los canales de voz no es posible establecer una nueva llamada si no existen canales disponibles (sistema de pérdidas), en el Call Center cuando una nueva llamada no puede ser atendida pasa a una cola de espera hasta que algún agente quede libre (sistema de espera).

En el ejemplo, el Call Center IP tiene los siguientes parámetros de funcionamiento:

- ❖ 200 llamadas recibidas durante la hora pico.
- ❖ Tiempo medio de conversación: 3 minutos.
- ❖ Tiempo de trabajo tras llamada: 60 segundos.
- ❖ Probabilidad de bloqueo: 1 %
- ❖ 80 % de las llamadas contestadas antes de 20 segundos.

4.5 Implementación

En esta etapa del proyecto se abarcan aspectos tales como la configuración y el montaje de los equipos por lo que se encuentra estrechamente relacionada con el diseño de la red. Una particularidad de la implantación es que depende de los equipos de cada fabricante y por ello solo se expondrán una serie de consideraciones generales válidas en la mayoría de los casos.

4.5.1 Calidad de servicio

Es conveniente desplegar una VLAN para los teléfonos IP y otra VLAN diferente para las PC. De esta manera, establecemos una primera clasificación del tráfico que resultará muy útil para otros mecanismos de QoS, ver Figura 4.7.

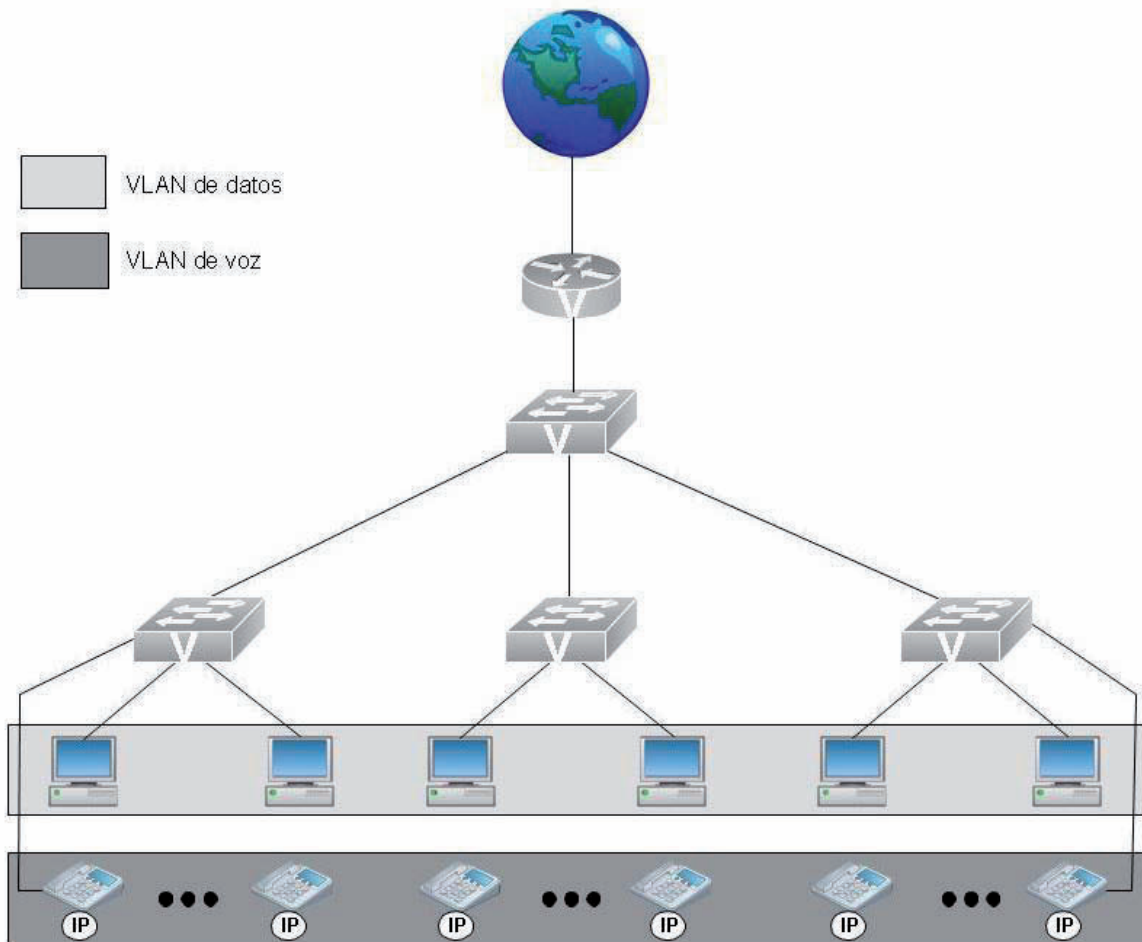


Figura 4.7. VLAN separadas para voz y para datos.

4.5.2 Plan de direccionamiento

El plan de direccionamiento establece cómo se asignan las direcciones IP a teléfonos y estaciones de trabajo. El método más común consiste en crear dos subredes separadas para los teléfonos IP y las Pc de los usuarios y esto será lo que se hará en este ejemplo. Un aspecto muy importante que merece la pena subrayar es que conviene que los teléfonos obtengan su dirección IP dinámicamente de un servidor

DHCP que proporcione direcciones dentro de la subred de voz. De esta manera, la configuración de los teléfonos IP se simplifica al automatizar el mayor número de tareas posible.

Como ejemplo, se resolvera el plan de direccionamiento de la oficina Queretaro, puesto que es la única que dispone de teléfonos IP. En la etapa de dimensionamiento se obtuvo que para cubrir las expectativas de calidad de servicio son necesarios 17 agentes. Cada uno de los agentes del centro estará equipado, en general, con un teléfono IP y una computadora personal de trabajo. Por lo tanto, la red estará compuesta por dos subredes de al menos 17 equipos cada una.

Para realizar el diseño del plan de direccionamiento en estas condiciones hay dos opciones: dimensionar las subredes de un tamaño lo más aproximado posible a 17 equipos cada una, o bien hacerlo de manera que cada subred tenga la máxima capacidad posible. La primera opción es recomendable cuando la eficiencia de utilización del espacio de direccionamiento resulta crítica y se prevé que en el futuro sea necesario un mayor número de subredes, mientras que la segunda alternativa resulta adecuada cuando se prevé que el número de subredes no variará (al menos no demasiado). En este ejemplo queda claro que el número de subredes será de dos (una para voz y otra para datos), aunque podría pensarse en una tercera subred destinada a alojar equipos servidores.

El número total de subredes será de 5, ya las tres anteriores hay que añadir la dirección de la subred y la de broadcast. Con 5 subredes, son necesarios 3 bits para la subred. Si se dispone de la dirección privada de clase C 192.168.2.0, la subred de voz será la 192.168.2.32/27 y la de datos la 192.168.2.64/27.

4.5.3 Alimentación de las terminales

En las redes de telefonía IP es necesario alimentar los teléfonos localmente, teniendo en cuenta los posibles fallos de red para que el servicio se pueda mantener sin discontinuidades.

La solución más simple consiste en conectar el teléfono IP a la toma eléctrica más cercana, a través de un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida). Sin embargo, esta alternativa es cara y supone complicar la distribución del cableado, por lo que únicamente se emplea en situaciones muy concretas.

Otra opción es alimentar el teléfono desde el switch utilizando los pares 2 y 3 del cable de categoría 5 y añadiendo al switch en cuestión una tarjeta específica para la transmisión de potencia, ver figura 4.8. Este método de alimentación se denomina fantasma porque la señal de alimentación viaja por los mismos cables que la señal de datos aunque en pares diferentes y está recogida en el estándar IEEE 802.3af, lo que también se conoce como PoE (Poweroverthe Ethernet).

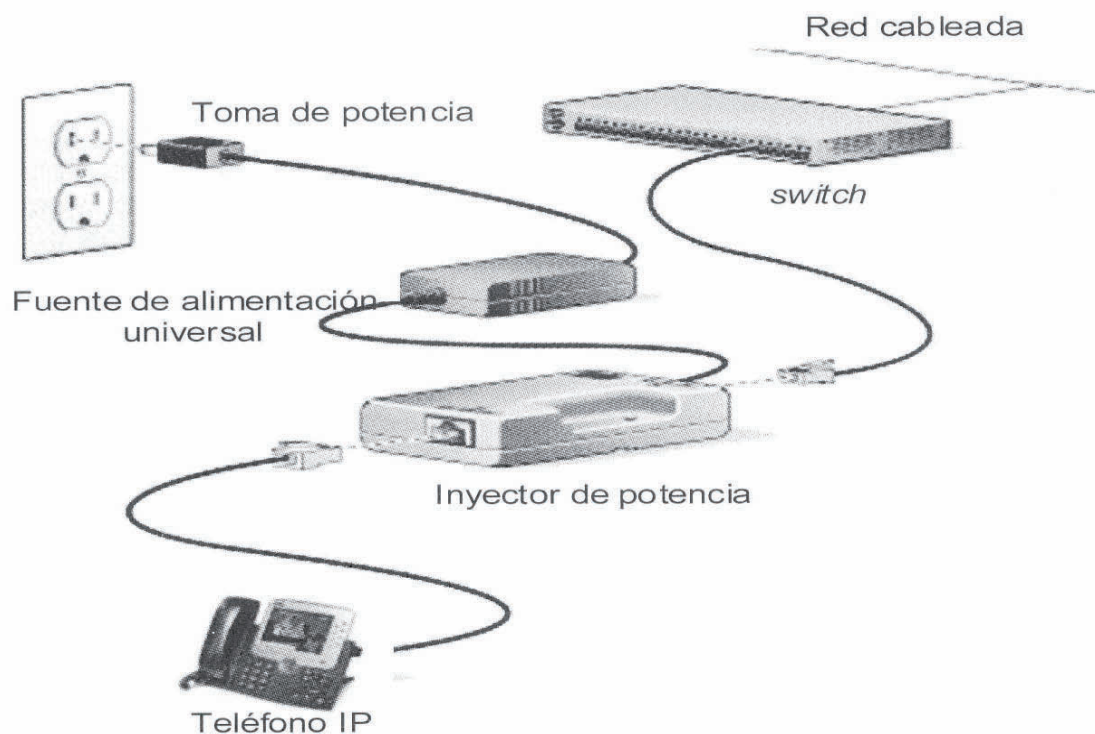


Figura 4.8. Alimentación de teléfonos IP desde el switch.

La gran ventaja de PoE es que minimiza el número de cables que se deben instalar o la reutilización del cableado estructurado existente. Además, elimina la necesidad de llevar a cabo las instalaciones eléctricas hasta el punto donde se encuentren los dispositivos finales, aprovechando la misma estructura que ya se tiene de

telecomunicaciones para suministrar la energía y básicamente se ahorra todo el cableado eléctrico de estos dispositivos, así se cumple con el objetivo de utilizar la estructura existente para ahorrar costos.

4.5.4 Plan de marcación

Un plan de marcación define la estrategia de encaminamiento de las llamadas salientes y de las llamadas entrantes. Una buena práctica de diseño es encaminar las llamadas a través de la red IP y utilizar la RTPC solamente cuando aquella no esté disponible (por avería, saturación o falta de presencia), volviendo a la red IP cuando se restablezca la normalidad, para evitar incurrir en costos extraordinarios.

La figura 4.9. muestra un ejemplo de plan de marcación entre las sedes de Cancún y México DF:

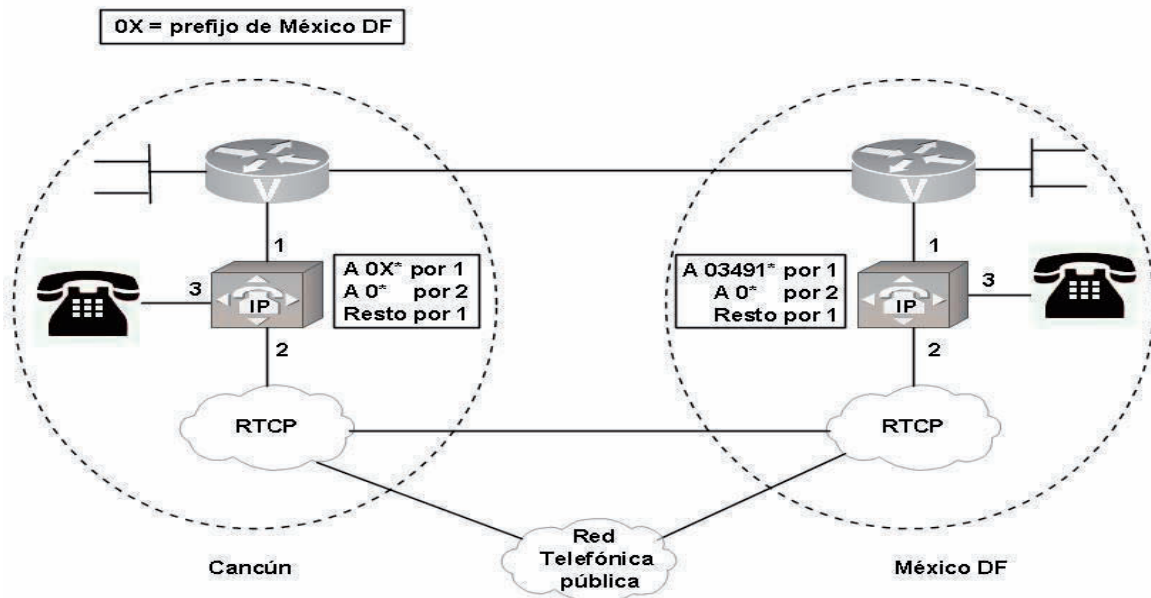


Figura 4.9. Ejemplo de plan de marcación.

En los sistemas de telefonía convencional, el plan de marcación es un sistema que permite a los usuarios llamarse unos a otros por medio de un número telefónico. En la videoconferencia y la VoIP (telefonía IP), el plan de marcación se entiende como

un sistema que permite a los usuarios establecer llamadas punto a punto y multipunto, así como unirse a conferencias ya activas. Para ello los participantes deberán introducir una cadena de dígitos y/o caracteres en su terminal IP. Los principales puntos a considerar en un plan de marcación son:

- Organizar los gatekeepers en una topología jerárquica que facilite la ubicación de los puntos terminales.
- Asignar los números de extensión y alias a los puntos terminales.
- Configurar los gateways, unidades multipunto y gatekeepers para el soporte de los servicios.
- Asignar los prefijos necesarios para hacer eficaz la marcación dentro y entre las distintas zonas en la red IP, así como marcar desde y hacia redes de telefonía convencional (RTPC) y RDSI.

El plan de marcación debe de ser escalable. Si se inicia de una manera jerárquica se puede definir la red IP como una sola zona (un gatekeeper), con un pequeño número de terminales y después crecer el plan de marcación conforme se expanda la red.

Otro objetivo del plan es que se cumpla con las necesidades tanto de pequeñas instalaciones como de grandes redes. La estructura jerárquica facilita la compatibilidad con conexiones nacionales e internacionales.

4.6 Características de la red

Existen ciertas características de la red que hay que tomar en consideración antes de definir el plan de marcado. Entre otras están el tamaño de la red, si las marcaciones serán internas, externas o ambas, la estabilidad, si se desea numeración tipo telefónica o por alias y si en todo caso se desea crear un ambiente similar al generado por las PBX. Otra consideración fundamental es la ubicación de los gatekeepers en la red.

❖ Tipo de red

El tipo de red que se tenga definirá en gran medida las características del plan de marcación. En particular, se deberá tener en cuenta:

- a) La escala de la red. Si la red es muy grande se recomienda el uso de una jerarquía de gatekeepers. Si la red es pequeña será suficiente una topología plana.
- b) El uso de la red. Si la red requiere de llamadas a puntos externos, entonces el plan de marcación incluirá una manera de identificar la salida a dichos puntos. Con la asignación de 4 o 5 dígitos a cada extensión, o bien el uso de alias, la marcación será óptima, en lugar de emplear una gran cantidad de dígitos.
- c) Crecimiento esperado de la red. La escalabilidad y flexibilidad son importantísimas para el plan de marcación, ya que reconfigurar los dispositivos y ponerlos a punto en la red IP para voz o video consume tiempo. Se debe evitar en la medida de lo posible tener que reenumerar todo el sistema cuando se agreguen nuevos puntos terminales o gatekeepers.
- d) Cantidad de dispositivos. Esto afecta el plan de marcación. Se deben conocer, por medio de un censo, todos los dispositivos que conforman la red, debido a que el saber cuántos terminales, gateways y MCU tenemos, nos ayudará a definir cuántos gatekeepers se necesitan.
- e) Organización de la red. Se debe registrar todos los gatekeepers que pertenecen al NOC, así como los adscritos a puntos de presencia y los dispersos en toda la red.
- f) Tipos de servicio. Dentro del plan de marcación se considerarán los tipos de servicio (conferencias, multipuntos, velocidades, presencia continua, etc.) que proveerá la red, y si estos servicios son globales o locales, centralizados o descentralizados.
- g) Gatekeepers. Se debe buscar la compatibilidad de la mayoría de los gatekeepers en la red y mantenerlos actualizados con la identificación de las zonas próximas en la jerarquía.

❖ Consideraciones para el esquema de numeración

El siguiente punto importante es el esquema completo de numeración de las extensiones y los dispositivos. Algunas redes aplican alias y otras eligen la numeración RTPC. Por ende se debe definir la longitud de dígitos reservados y los asignados a cada terminal. Las opciones para numeración son:

- Número telefónico, como la RTPC
- Alias/Nombre
- Dirección URL
- Dirección IP
- Dirección de correo electrónico
- Extensión numérica

Capítulo 5

APLICACIONES

5.0 Introducción.

Hasta hace pocos años la VoIP era ineficaz, sin embargo, en la actualidad gracias a la mejora de las tecnologías, los bajos costos en los equipos, la alta calidad y finalidad de las llamadas ha convertido el interés en la tecnología del Internet a una modalidad acogida por innumerables empresas.

Los expertos califican como positivo la aplicación de la tecnología IP por un lado resalta la reducción de costos y por otro la alta productividad que resulta de la adopción de esta tecnología, evidenciando en un futuro el aumento de aplicaciones y capacidades avanzadas.

Para implementar con éxito una solución amplia de telefonía IP debe de considerarse como una decisión estratégica que identifique sus beneficios potenciales y riesgos: seguridad, regulaciones, interoperatividad y falta de servicio, lo que hará un puntual seguimiento de cómo se implementa, y así asegurar que los empleados sean capacitados para optimizar su utilidad y evitar un rechazo.

5.1 Redes Corporativas de Voz

Gracias a la disminución de los costos de implantación de una solución de voz sobre paquetes, se logró la instalación de las redes en el entorno corporativo, ya sea complementando las redes corporativas de voz tradicionales PBX (Private Branch Xchange) o para sustituirlas.

Las redes corporativas de voz tradicionales consistían en 2 o más PBX interconectadas entre sí a través de un enlace troncal, ver figura 5.1.

Esta arquitectura presentaba los siguientes inconvenientes: uno era reservar ancho de banda (canales digitales o líneas analógicas), destinado los circuitos de voz,

independientemente de que dicho ancho de banda se utilice o no, lo cual generaba un desperdicio en el disfrute de los recursos de la red, entre otros.

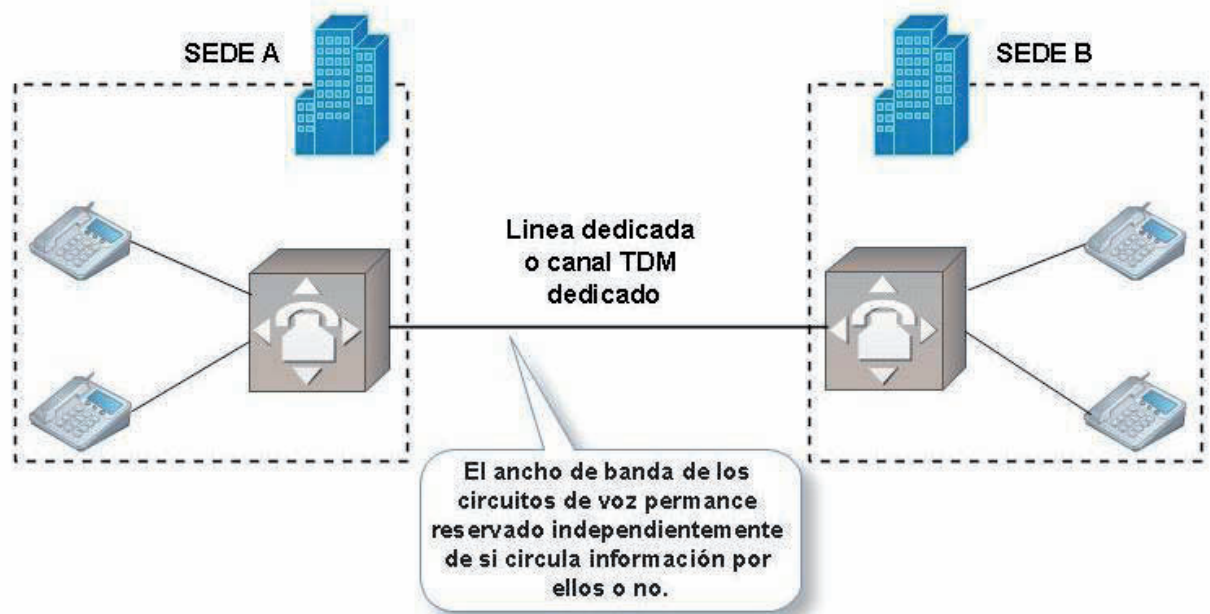


Figura 5.1. Red corporativa de voz tradicional.

La voz sobre paquetes en el entorno corporativo oferta una gran variedad de configuraciones, acumularlas en su totalidad resultaría prácticamente imposible por lo que enunciaremos las más importantes.

Una de ellas es la interconexión punto a punto entre las PBX corporativas, ver figura 5.2. en las cuales se utilizan los enlaces WAN de datos para transportar los paquetes de voz generados en las pasarelas, generalmente, la pasarela no es un equipo separado y específico, sino que puede venir incorporada en el router o en el mismo servidor.

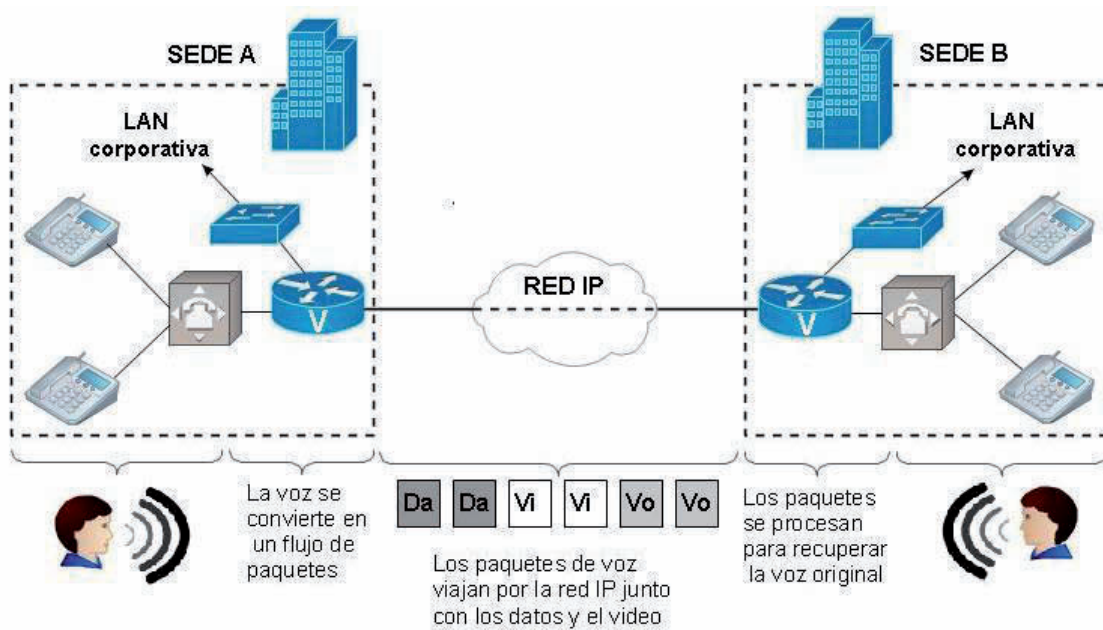


Figura 5.2. Interconexión punto a punto entre PBX corporativas.

La principal ventaja de esta configuración es que la interconexión WAN es mucho más barata que la interconexión de PBX con líneas dedicadas.

Otro de los beneficios de esta configuración es que existen servidores que, además de incorporar la gateway, permiten la conexión directa de teléfonos IP al mismo tiempo que mantienen la posibilidad de conectar teléfonos tradicionales. Son llamadas centralitas IP o IP PBX, ver figura 5.3. Una diferencia importante entre una PBX y una IP PBX es que estas últimas son mucho más sencillas (por ejemplo, pueden construirse sobre un PC en el que se ejecute Microsoft Windows, Linux o Sun Solaris y este equipado con tarjetas específicas) y tienen un carácter más abierto (suelen proporcionar API de programación).

Finalmente, otra posibilidad es extender la conectividad IP extremo a extremo, ver figura 5.4. Para esto se incorpora un servidor de telefonía que se encargue del control de llamadas y de la señalización.

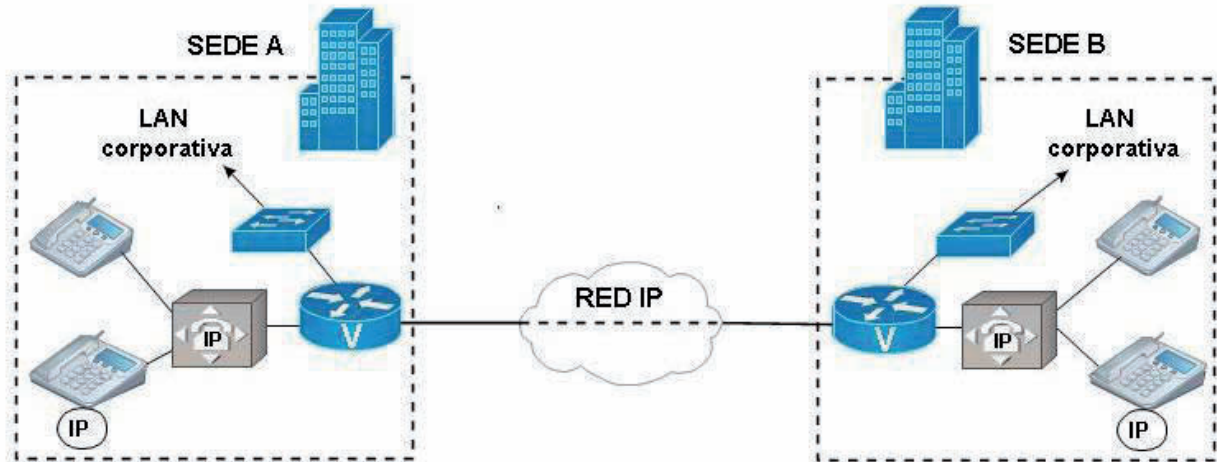


Figura 5.3. Centralitas compatibles con IP.

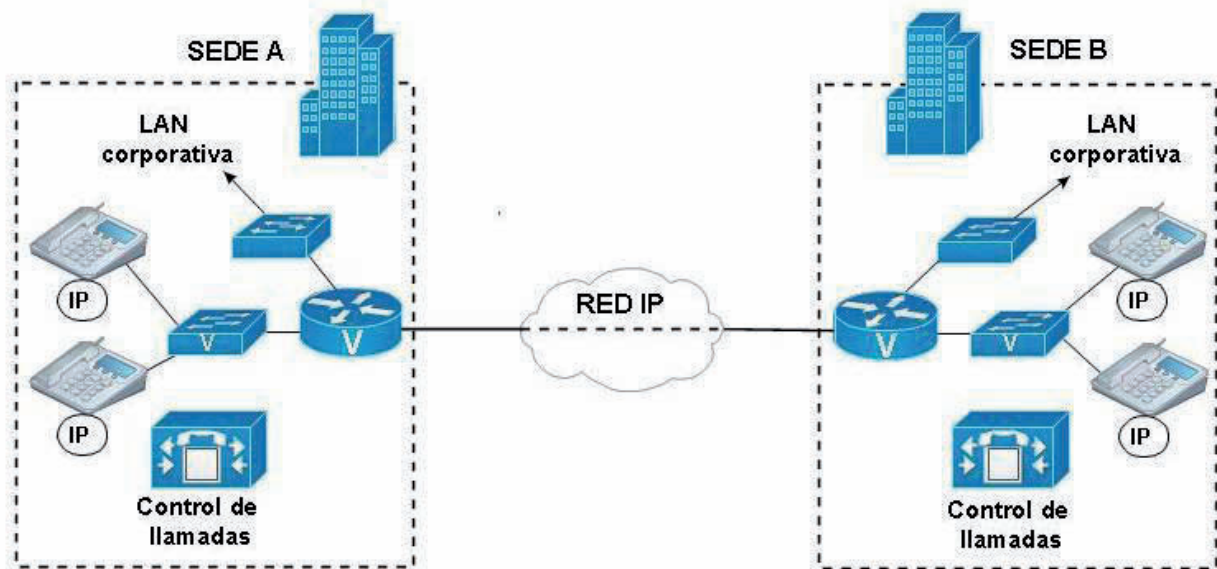


Figura 5.4. Conectividad IP extremo a extremo.

5.2 IP Contact Centers

El IP Contact Centers significa el último eslabón dentro de la evolución de los tradicionales Centros de Atención a Usuarios (CAU), el protocolo IP y algunos otros protocolos auxiliares soportan esta plataforma tecnológica.

En sus inicios CAU eran un punto de concentración de las llamadas de los clientes de los productos y/o servicios de una empresa. posteriormente la necesidad de optimizar la distribución de las llamadas entre los agentes del centro fue introducido el dispositivo conocido con el nombre de ACD (AutomaticCall Distributor), este dispositivo determina el destino más adecuado para una llamada mediante una serie de parámetros preconfigurados y otros que recoge de la llamada entrante.

Sin ACD, la PBX envía una nueva llamada entrante a cualquiera de los operadores del centro, sin tener en cuenta si éste se encuentra ocupado, o no disponible, ver figura 5.5. En esta situación muchas llamadas se perdían o no eran contestadas de la manera adecuada, con las consecuencias negativas que ello tenía la organización.

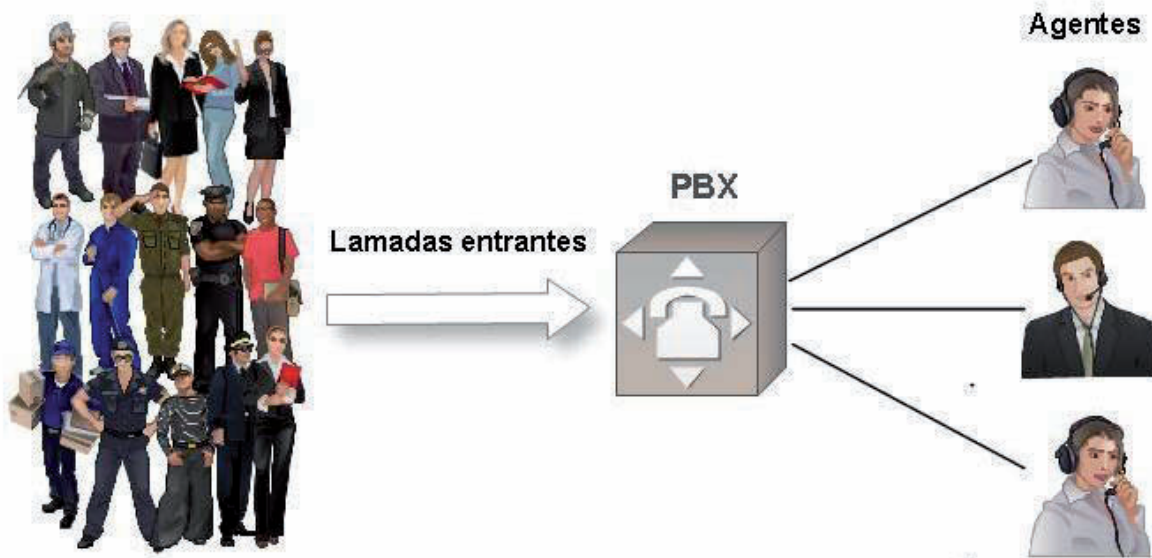


Figura 5.5. CAU sin ACD.

Ante esta situación muchas de las llamadas se perdían o no eran contestadas adecuadamente con las consecuencias negativas que esto traía para la empresa.

Un CAU sin ACD es un sistema de pérdidas llamado Erlang-B, debido a que ya que una nueva llamada entrante no podría ser atendida si todos los agentes están ocupados, esta situación es inadmisibles ya que para la empresa significa pérdida de

clientes. Los ACD son la solución, estos permiten que las llamadas entrantes “esperen” en una cola de tamaño variable y configurable hasta que el agente quede libre (sistema de espera o Erlang-C) y pueda atenderlas, Ver figura 5.6.

Una aplicación adjunta dentro de esta solución es dejar un mensaje institucional en la cola de espera que también aplica para las llamadas fuera de los horarios de atención al cliente.

Esta aplicación también permite que las llamadas puedan ser clasificadas y dirigidas al área correspondiente de acuerdo a la necesidad del cliente, basándose en que en algún momento se debió almacenar la información del número del llamante en una base de datos corporativa.

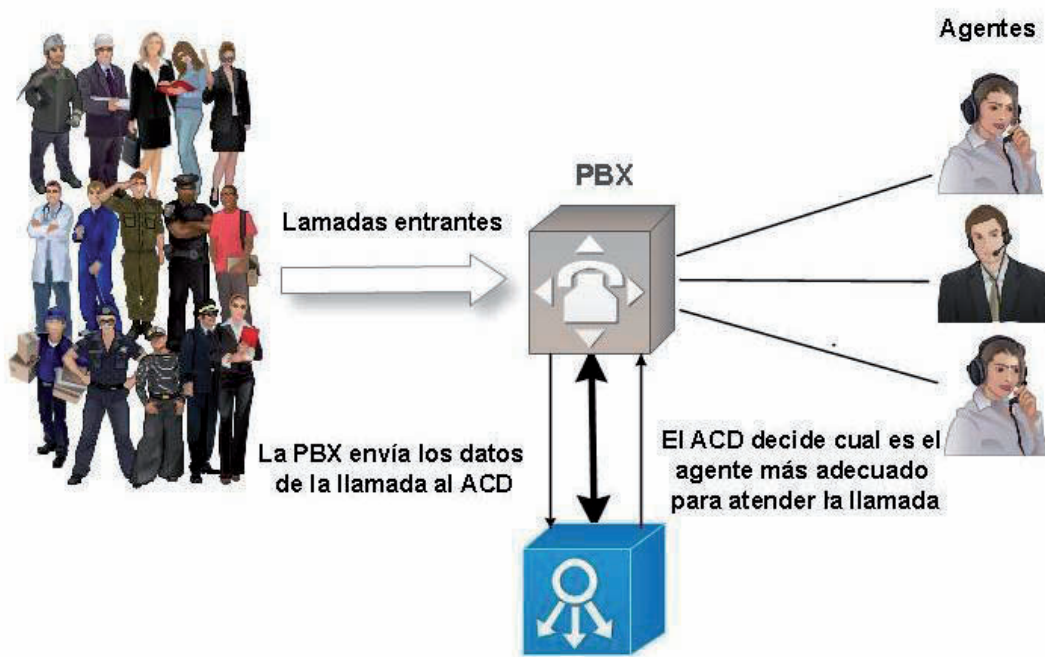


Figura 5.6. CAU con ACD.

Otra aplicación es InteractiveVoice Response (IVR) o servicios automáticos, la cual consiste en automatizar las tareas de los agentes que resultan repetitivas. Éste funciona cuando un usuario realiza una llamada, el IVR contesta la llamada y le ofrece al usuario una serie de opciones a elegir mediante un número en el teclado

del teléfono y navega por varios menús hasta encontrar la información solicitada o que el IVR transfiera la llamada al agente correspondiente.

Otros canales de comunicaciones típicos de la Web, como el correo electrónico, el Chat o la propia navegación por Internet permiten que las redes de voz y las de datos funcionen conjuntamente y de esta forma el Call Center se transforma en Contact Center incorporando nuevas herramientas.

Uno de los servicios más avanzados es la navegación colaborativa o cobrowsing, que consiste en la sincronización de los navegadores del agente y del cliente para el completado de formularios asistido o, simplemente, para que aquel guíe al cliente en sus viajes por los contenidos del portal Web de la empresa.

Como se menciona al principio el último eslabón de la cadena evolutiva de esta nueva aplicación es la integración de las redes de voz y de datos, que desde el punto de vista de la infraestructura marca el origen del IP Contact Center, ver figura 5.7.

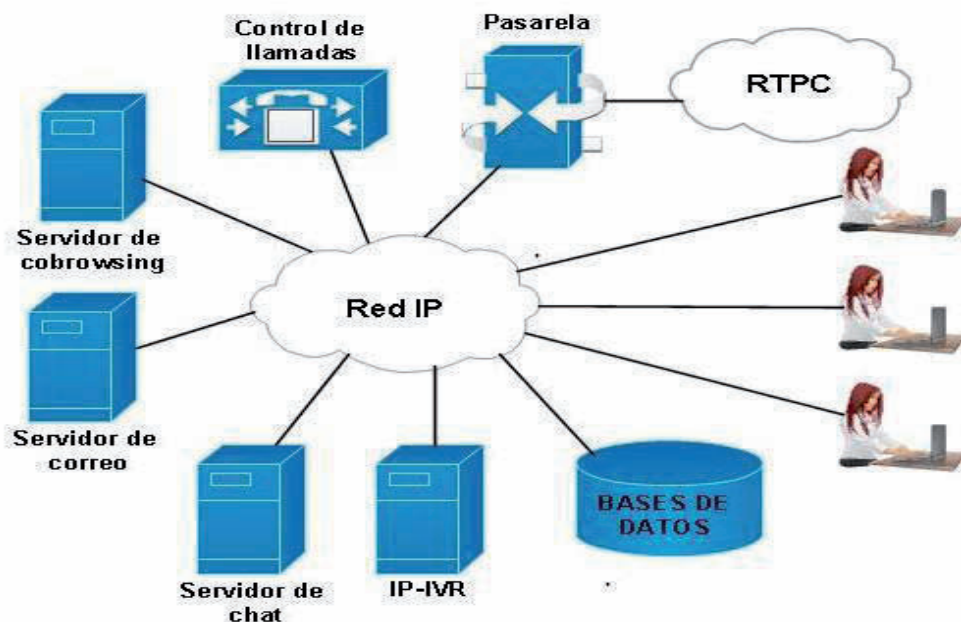


Figura 5.7. Contac Center IP.

En un IP Contac Center todo el tráfico, sea voz, datos e incluso video, viaja por la misma infraestructura tecnológica, con las ventajas que ello supone.

5.3 Control y Gestión de Telefonía IP Corporativa

Una de las funciones de esta aplicación consiste en asignar a cada empleado la clave de usuario y contraseña con la finalidad de que éste se responsabilice del uso de su cuenta, misma que se delimita de acuerdo a las funciones o privilegios del empleado, de esta manera podemos restringir las llamadas a celulares, larga distancia nacional, internacional, etc. Con el objetivo de disminuir costos y aumentar la optimización de los recursos.

Otra de las funciones es la grabación de las llamadas entrantes y salientes, con la cual las siguientes ventajas, una es tener aclaraciones ya sea con clientes o personal de la empresa, dos, monitorear a los empleados de manera discreta y eficiente, y garantizar que los empleados utilicen correctamente los recursos de la empresa.

5.4 Videoconferencia

Una videoconferencia, es la comunicación simultánea bidireccional de audio y vídeo, permitiendo mantener reuniones personales o con grupos de personas situadas en lugares alejados entre sí.

Adicionalmente, los equipos pueden tener la capacidad de mostrar o compartir presentaciones, archivos y videos y/o conectarse entre múltiples ubicaciones (multipunto) a la vez, resultando una comunicación total entre ellos.^[18]

La Videoconferencia servirá para el corporativo VoIP para realizar conferencias en tiempo real, cursos o seminarios, capacitaciones para empleados, congresos y conferencias entre las diferentes sucursales del corporativo y con esto tendremos el ahorro de tiempos y dinero en desplazamientos, ver figura 5.8.

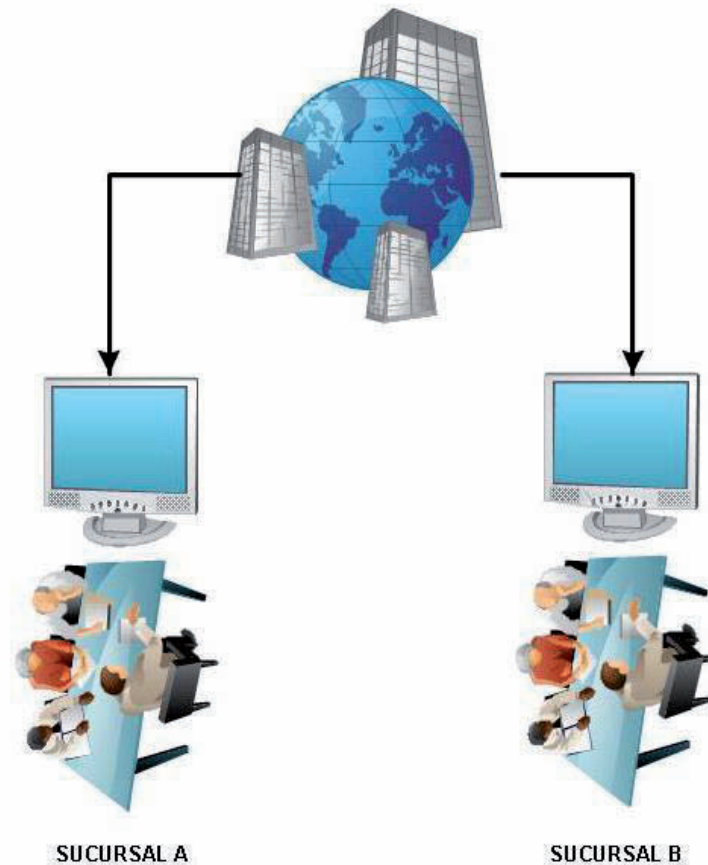


Figura 5.8 Videoconferencia

5.5 Servicios de llamadas a través de la Web.

La Web es una de las aplicaciones más grandes de Internet misma que es una red que tiene conectados a millones de usuarios y sí se lograra establecer entre ellos comunicaciones de voz incluso se pensaría en la sustitución de las redes telefónicas, de acuerdo a los expertos.

Estos servicios de llamadas a través de la Web son claros y cualquier usuario cuyo PC se esté equipado con una tarjeta de sonidos puede utilizarlos, ver figura 5.9. Primero el usuario se conecta a la página o aplicación Web correspondiente, posteriormente inicia las llamadas tras marcar el número telefónico o pulsar sobre un hipervínculo. La llamada es transferida por Internet hasta el destinatario o por un conmutador que esté conectado a dicho destino.

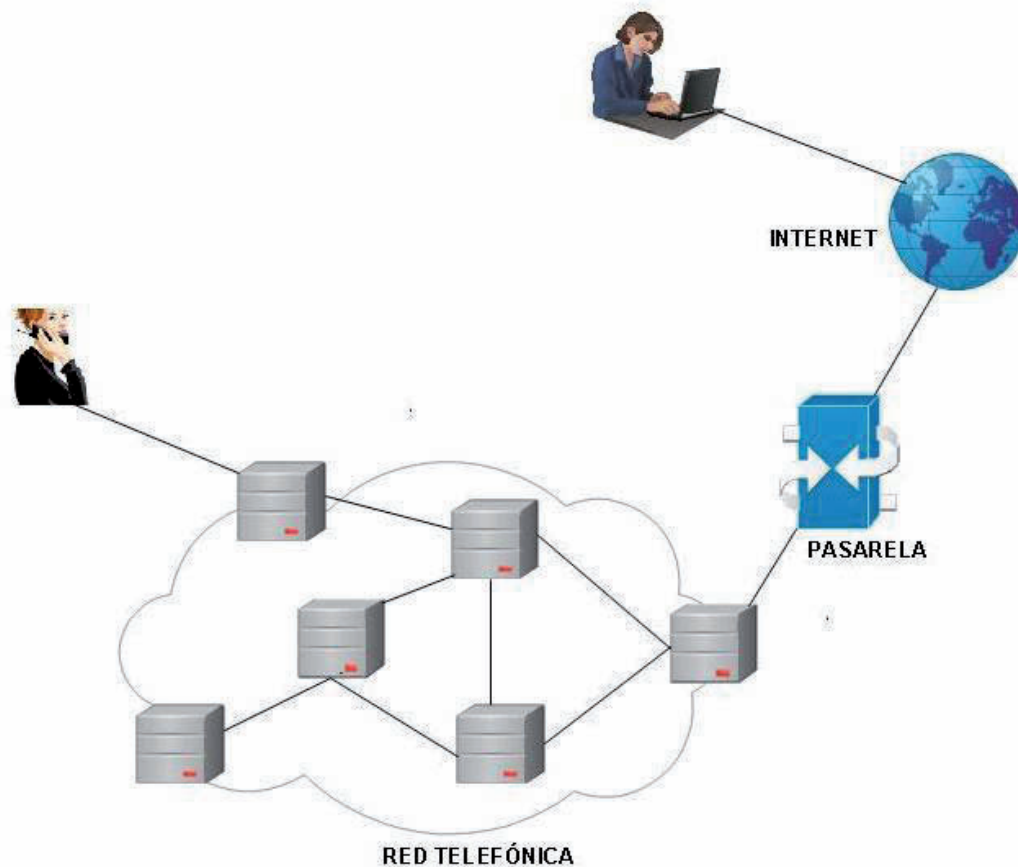


Figura 5.9. Ejemplo de llamadas a través de la web.

Este tipo de aplicaciones utiliza uno de los protocolos más empleados SIP este ofrece al programador una variedad de herramientas que proporcionan la puesta en marcha de este tipo de servicios. Estas herramientas son similares a las que manejan en la programación de las aplicaciones web convencionales (CGI, JAVA, Servlets, etc.).

Capítulo 6

CONCLUSIONES

1.0 Conclusiones

Como se mencionó al principio factores económicos, sociales y culturales se han visto inmersos en un mundo globalizado, lo cual, cada vez más obliga a las empresas a utilizar tecnología de punta que logre ahorrar en gran medida reducir sus recursos económicos, físicos y humanos y así poder ampliar su gama de servicios.

Es por eso que este proyecto resuelve problemas implementando una solución VoIP para las empresas, corporativa o dependencias de gobierno. La tecnología VoIP se ajusta al presupuesto y a las necesidades de cada empresa por que como se demostró se puede utilizar la infraestructura ya existente y VoIP puede ir migrando por etapas sin necesidad que se realice una inversión de golpe.

La VoIP también es la solución a la necesidad de expansión que actualmente las empresas presentan en este mundo globalizado. En el proyecto se demostró que aplicando la VoIP la empresa puede descentralizarse y operar por medio de la infraestructura de la red, y así la voz y los datos viajaran entre las distintas sucursales.

Actualmente las compañías se han enfrentado a un escenario de competencia empresarial lo cual las ha orillado a ir incrementando sus servicios y con ellos ofertar innovación en ellos, la VoIP ofrece esta innovación ya que utilizando su amplia gama de aplicaciones se automatizan los procesos sin la necesidad de utilizar el recurso humano, además de que con estas aplicaciones se logra un alto nivel de satisfacción del cliente.

Otro gran beneficio que ofrece VoIP es que las llamadas dentro de la misma empresa o hacia otras no tienen costo ya que al aprovechar la infraestructura de red la voz y los datos viajan por ésta.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.csandoval.net> visitado en el mes de febrero de 2009
- [2] A. S. Tanenbaum. *Redes de Computadoras*. Pearson Educación. 4a. Edición.
- [3] <http://www.axis.com> visitado en el mes de octubre de 2008
- [4] <http://www.iespana.es> visitado en el mes de marzo de 2009
- [5] <http://es.wikipedia.org> visitado en el mes de noviembre de 2008
- [6] E. Herrera. *Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos*. Editorial Limusa. 1a. Edición.
- [7] <http://www.axis.com> visitado en el mes de octubre de 2008
- [8] <http://www.axis.com> visitado en el mes de octubre de 2008
- [9] E. Herrera. *Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos*. Editorial Limusa. 1a. Edición.
- [10] <http://www.axis.com> visitado en el mes de octubre de 2008
- [11] <http://www.textoscientificos.com> visitado en el mes de enero de 2009
- [12] <http://www.textoscientificos.com> visitado en el mes de enero de 2009
- [13] <http://www.pcmag.com> visitado en el mes de marzo de 2009
- [14] <http://old.iptel.org> visitado en el mes de marzo de 2009
- [15] <http://www.inove.es> visitado en el mes de marzo de 2009
- [16] <http://www.inove.es> visitado en el mes de marzo de 2009
- [17] J. M. Huidobro, D. Roldán. *Tecnología VoIP y Telefonía IP*. Creaciones copyrigh. 1a. Edición.
- [18] <http://www.videoconferencia.es> visitado en el mes de marzo de 2010

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Red de Circuitos Conmutados.....	3
Figura 1.2. Red Digital de Servicios Integrados..	4
Figura 1.3. Nivel de red en una red IP.....	6
Figura 1.4. Red de conmutación de circuitos	7
Figura 1.5. Conmutación de Paquetes	8
Figura 1.6. Transmisión en Paralelo.....	10
Figura 1.7. Transmisión en Serie.	10
Figura 1.8. Formato de un Carácter	11
Figura 1.9. Simplex.	12
Figura 1.10. Duplex o Semi-duplex	13
Figura 2.1. Componentes de una red VoIP	15
Figura 2.2. Migración a la Telefonía IP.....	18
Figura 2.3. Reducción de Costos.	19
Figura 2.4. Teléfonos Software	21
Figura 2.5. Movilidad	22
Figura 3.1. Protocolos empleados en VoIP	26
Figura 3.2. Tráfico RTP y RTPC a través de la red	30
Figura 3.3. Encapsulamiento de los paquetes de voz	31
Figura 3.4. Diagrama de estados de un cliente RTSP.	33
Figura 3.5. Comparación entre H.323 y SIP.....	34
Figura 3.6. Protocolos de la familia H.323.....	35
Figura 3.7. Estándares H.323.....	36
Figura 3.8. Elementos de una red H.323.....	36
Figura 3.9. Terminales.....	37
Figura 3.10. Zonas H.323.....	38
Figura 3.11. Arquitectura de protocolos de H.323	39
Figura 3.12. Señalización H.323	41
Figura 3.13. Establecimiento de llamada H.323	42
Figura 4.1. Metodología de realización de proyectos tecnológicos	45
Figura 4.2. Red de comunicaciones actual.....	46
Figura 4.3. Red de comunicaciones futura	47
Figura 4.4. Red de datos de partida	49
Figura 4.5. Red de comunicaciones integrada	50
Figura 4.6. Fuentes de retardo en la comunicación entre Cancún y México DF	56
Figura 4.7. VLAN separadas para voz y para datos	59
Figura 4.8. Alimentación de teléfonos IP desde el switch.....	61
Figura 4.9. Ejemplo de plan de marcación.	62
Figura 5.1. Red corporativa de voz tradicional	67
Figura 5.2. Interconexión punto a punto entre PBX corporativas	68
Figura 5.3. Centralitas compatibles con IP	69
Figura 5.4. Conectividad IP extremo a extremo	69
Figura 5.5. CAU sin ACD.....	70
Figura 5.6. CAU con ACD	71
Figura 5.7. Contac Center IP.....	72

Figura 5.8 Videoconferencia..... 74
Figura 5.9. Ejemplo de llamadas a través de la web 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Costo de las comunicaciones de voz	48
Tabla 4.2. Plan de direccionamiento	49
Tabla 4.3. Niveles de Tráfico de voz en la hora pico	52
Tabla 4.4. Tabla Tráfico de Erlang B.....	52
Tabla 4.5. Canales de voz entre cada sede y la oficina central de México DF	53
Tabla 4.6. Ancho de banda entre cada oficina y la oficina central.....	54
Tabla 4.7. Retardos para algunos codecs	56
Tabla 4.8. Cálculo del retardo	57