

## REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

***Centro de recuperación y rehabilitación para enfermos de alcoholismo y drogadicción de la República Mexicana, A.C.***

***“CREAD”***

**Autor: Jesús Rodríguez Frías**

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**

---

**ESCUELA DE SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
VOZ SOBRE IP”**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**PRESENTA:  
MIGUEL ÁNGEL MOLINERO HERNÁNDEZ**

**ASESOR:  
ING. EDWIN CASTRO MORALES**

**CLAVE: 16PSU0049F**

**MORELIA, MICHOACÁN**

**NOVIEMBRE 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios:**

Por permitirme terminar un ciclo en mi vida, culminando mi educación universitaria.

### **A mi familia:**

Muchas gracias por todo el apoyo recibido durante este tiempo, así mismo aprecio la educación llena de valores que me han inculcado para ser la persona que ahora soy.

### **Al Ingeniero Edwin Castro Morales:**

Te agradezco todo el tiempo que le dedicaste a la observación de este trabajo, la orientación que me diste para poder culminar esta investigación.

### **Al Ingeniero Cesar Augusto Mendoza:**

Agradezco todas las facilidades dadas para la implementación de este proyecto, así como la paciencia que me tuviste para orientarme a través del mundo de linux.

A todas las personas que han contribuido en mi formación tanto académica como personal, muchas gracias por todo, y que Dios los bendiga.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. RED TELEFÓNICA CONMUTADA</b>	<b>9</b>
<b>I.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>I.2 REDES CONMUTADAS</b>	<b>11</b>
<b>I.2.1 Conmutación.-</b>	<b>11</b>
<b>I.2.2 Redes de conmutación de circuitos.-</b>	<b>12</b>
<b>I.3 ARQUITECTURA</b>	<b>13</b>
<b>I.4 FUNCIONAMIENTO</b>	<b>15</b>
<b>I.5 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI).-</b>	<b>17</b>
<b>I.5.1 Principios De RDSI.-</b>	<b>18</b>
<b>I.5.2 Tecnología.-</b>	<b>19</b>
<b>I.5.3 Conexión RDSI.-</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO II. REDES DE DATOS</b>	<b>22</b>
<b>II.1 INTRODUCCIÓN.-</b>	<b>23</b>
<b>II.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS</b>	<b>24</b>
<b>II.3 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.-</b>	<b>24</b>
<b>II.4 MEDIOS DE TRANSMISION.-</b>	<b>26</b>
<b>II.4.1 Medios de transmisión guiados.-</b>	<b>26</b>
<b>II.4.2 Medios de transmisión no guiados.-</b>	<b>27</b>
<b>II.5 CLASIFICACIÓN DE REDES.-</b>	<b>27</b>
<b>II.5.1 Según Su Extensión.-</b>	<b>27</b>
<b>II.6 MODELO OSI.-</b>	<b>29</b>

II.6.1 Capas.-	30
II.7  DISPOSITIVOS DE REDES.-	31
II.8  PROTOCOLOS.-	33
II.8.1 Protocolo IP.-	33
II.8.2 Protocolo UDP.-	33
II.8.3 Protocolo TCP.-	33
II.8.4 El protocolo STUN.-	34
II.9  TECNOLOGÍAS DE RED.-	34
II.9.1 Ethernet.-	34
II.9.2 X.25.-	35
II.9.3 Frame Relay.-	36
II.9.4 ATM, Asynchronous Transfer Modem.-	37
CAPÍTULO III.  VOZ SOBRE IP	39
III.1  INTRODUCCIÓN.-	40
III.2  PROTOCOLOS.-	41
III.2.1 Estándar H.323	41
III.2.2 SIP	47
III.2.3 IAX.-	49
III.3  EL ESTÁNDAR VOIP.-	50
III.3.1 Arquitectura De Red.-	51
III.3.2 Funcionamiento.-	52
III.4  APLICACIONES.-	55
III.4.1 Centros De Llamadas o Call centers.-	55

III.4.2 Redes Privadas virtuales de Voz.-	55
III.4.3 Centros de llamadas por el WEB.-	55
III.4.4 Aplicaciones de FAX.-	56
III.4.5 Multiconferencia.-	56
III.5 CALIDAD DEL SERVICIO (QoS).-	56
III.5.1 Anchos de Banda.-	58
III.6 COMPARACIÓN ENTRE VOIP Y LA TELEFONIA CLASICA.-	59
III.6.1 Características De La Red Telefónica Conmutada.-	60
III.6.2 Características De VoIP.-	60
III.6.3 Ventajas y Desventajas De Los Servicios IP.-	61
III.7 ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN.-	61
III.7.1 PtP-PBX (Point to Point - PBX).-	61
III.7.2 LineGate.-	64
III.8 ASPECTO LEGAL EN MEXICO.-	65
IV.1.1 Acuerdo de Convergencia "Triple Play".-	66
CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACION.-	68
IV.1 INTRODUCCIÓN.-	69
IV.2 IMPLEMENTACIÓN DE ASTERISK.-	69
IV.2.1 Instalación.-	70
IV.2.2 Descripción de los archivos de configuración de Asterisk.-	72
IV.2.3 Configuración de Asterisk.-	75
IV.2.4 Configuración de SJPhone.-	79
IV.2.5 Configuración de Ekiga	82

<b>IV.2.6 Realizar Llamadas mediante Asterisk.-</b>	<b>83</b>
<b>IV.3 MEJORAS A FUTURO.-</b>	<b>85</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>91</b>

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN.-

La necesidad de comunicarse por parte del hombre es tan antigua que se remonta a la aparición de éste sobre el planeta. La humanidad necesitó desde sus orígenes de la comunicación para poder subsistir y evolucionar. A medida que el tiempo fue transcurriendo y la humanidad fue evolucionando el hombre inventó diferentes formas de comunicación que se fueron haciendo cada vez más complejas.

Desde tiempos remotos el hombre se ha enfrentado con el problema de vencer las distancias y mejorar las comunicaciones, dando esto como resultado la invención de muy diversos métodos de comunicación tales como el correo, el telégrafo, el teléfono, Internet, etc.

Hoy en día la tecnología en el ámbito de las comunicaciones ha avanzado tanto que los medios de comunicación creados por el hombre han ido evolucionando, algunos métodos de comunicación antigua han ido evolucionando en modernos sistemas de comunicación.

Durante los últimos años la red telefónica conmutada ha sido una de las principales vías usadas por el hombre para mantenerse comunicado, debido a su fiabilidad de uso. La línea telefónica es un factor indispensable y estratégico tanto dentro y fuera de las organizaciones para lograr un mejor desempeño de éstas, pero también la renta de línea telefónica genera fuertes gastos en las organizaciones, debido a los altos costos de mantener la estructura interna de la línea telefónica.

La red telefónica de nuestros días, no ha tenido avances significativos desde los años ochenta, En cambio durante todo este tiempo los avances en redes de datos han sido muy importantes, tanto en fiabilidad, capacidad y costos. En materia de redes se han desarrollado nuevos protocolos que han hecho posible la transmisión de la voz, a los dispositivos de interconexión se le han añadido nuevas y mejores características, los anchos de bandas han tenido un incremento considerable en su capacidad e Internet tiene presencia a nivel mundial.

Todos estos adelantos se pueden empezar a aplicar a las comunicaciones de voz gracias a los últimos desarrollos presentados sobre la tecnología de Voz sobre IP, también conocida como VoIP por sus siglas en inglés: Voice Over Internet Protocol. Lo que genera que la voz sobre IP no sea solo una competencia al uso de la línea telefónica conmutada, sino además la nueva tendencia de las telecomunicaciones a nivel mundial.

La Voz sobre IP es una tecnología que permite la transmisión tanto de voz como de datos por la misma línea, esto se logra transformando la voz en paquetes de información para que pueda ser transmitida junto con los datos.

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways y teléfonos estándares. En general, servicios de comunicación que son transportadas vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Las comunicaciones son lo más importante en una empresa o institución, debido a que el mantener las comunicaciones tanto interna como externamente es vital para un adecuado funcionamiento; por esta razón las empresas o instituciones se ven obligadas a contratar una línea telefónica que cubra sus necesidades de comunicación. Lo anterior mencionado obliga a las organizaciones a pagar fuertes sumas de dinero como resultado de la renta de dicha línea. Estas cifras aumentan considerablemente si la empresa o institución se encuentra distribuida en diversas zonas geográficas o si entabla comunicación de larga distancia con particulares y/o con otras organizaciones.

Los altos costos generados por realizar llamadas, especialmente llamadas de larga distancia son debido a que una llamada telefónica normal requiere enormes inversiones necesarias para crear y mantener su infraestructura (una enorme red de centrales telefónicas conectadas entre sí mediante fibra óptica y satélites de telecomunicación, además de los cables que unen los teléfonos con las centrales) y dichos gastos de manutención son cobrados por las compañías telefónicas a sus usuarios. Por contra, en una llamada telefónica IP se comprime la señal de voz y se utiliza una red de paquetes sólo cuando es necesario, dando como resultado un ahorro significativo en los costos por llamada realizada.

Desde hace tiempo, Los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa, debido a la gran presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos.

En los últimos años los avances en redes de datos han sido muy importantes, tanto en fiabilidad, capacidad como en costos: El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control de tráfico por jerarquías, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP. Esto trae como consecuencia que la voz sobre IP sea un tema estratégico para las empresas.

La Voz sobre IP es más económica que la convencional porque el sistema de encaminamiento y conmutación es más eficiente que el de las grandes centrales telefónicas, que necesitan un circuito por cada conversación, mientras que en IP la información se divide en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones multiplexadas sobre un único circuito físico.

La telefonía sobre IP abre la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, lo anterior es en razón de que a medida que se sale de un mercado regulado como es la voz y se va hacia uno desregulado como son los datos, hay un ahorro significativo a causa de la competencia.

Al utilizar una red para transmitir tanto voz como datos se genera un ahorro de costos de comunicaciones, puesto que las llamadas entre las distintas delegaciones de la empresa serían enrutadas por dicha red, cuyo uso tiene un costo más económico que el de la red telefónica



conmutada. También se ahorrará en lo referente a gastos de capacitación para el usuario, puesto que esta tecnología no necesita de ningún tipo de capacitación para el usuario.

La voz sobre IP brinda flexibilidad para personalizar servicios existentes e implementar con mayor rapidez y eficiencia nuevos servicios como son: conferencia telefónica con un número ilimitado de participantes, VoiceMail, protección mediante una contraseña, búsquedas en la base de datos, etc. Además ofrece la posibilidad a las organizaciones de contar con un marketing directo y optimizar el servicio de atención al cliente.

La presente investigación tendrá como principal aportación la implementación de un sistema de VoIP en la Universidad Vasco de Quiroga que enlazará los *campi* "Sta. María" y "Ciudad Hidalgo", generando un ahorro significativo en los costos de comunicación y mejorará la comunicación entre estos dos planteles. Este proyecto también servirá como una prueba piloto para posteriormente enlazar todos los *campi* con que cuenta esta Institución educativa.

**CAPITULO I.-**  
**RED TELEFÓNICA CONMUTADA**

## CAPÍTULO I. RED TELEFÓNICA CONMUTADA

### I.1 INTRODUCCIÓN.-

Los antecedentes del teléfono se remontan en el tiempo bastante más allá de su primera aplicación práctica. El primer ensayo, aunque fallido, sobre la posibilidad de transmitir el sonido de las voces a distancia se puede situar en 1860, cuando el alemán Philippe Reiss desarrolló un sistema que podía transmitir el sonido, pero incapaz de distinguir las palabras. El salto decisivo se debió a tres norteamericanos: Graham Bell, Elisha Gray y Thomas A. Edison.

La red telefónica ha hecho que la comunicación sea posible en todo el mundo, para lograr lo anterior se crearon organizaciones internacionales que desarrollan y regulan los estándares mundiales para la red telefónica logrando así una compatibilidad entre equipos en todo el mundo. La arquitectura y funcionamiento de la red telefónica ha ido evolucionando y se ha extendido comenzando en Estados Unidos hasta llegar a tener cobertura mundial. Al ser una red conmutada con un alto grado de redundancia garantiza que tendrá una eficiencia arriba del 99% en el establecimiento de las llamadas.

Los servicios ofrecidos por la red han seguido en constante evolución como lo muestra la creación de la red digital de servicios integrados, también conocida como ISDN<sup>1</sup>, que brinda a los usuarios, nuevos y mejores servicios.

La red telefónica es la de mayor cobertura geográfica, la que mayor número de usuarios tiene, y ocasionalmente se ha afirmado que es "el sistema más complejo del que dispone la humanidad". La red telefónica permite establecer una llamada entre dos usuarios en cualquier parte del planeta de manera distribuida, automática y prácticamente instantánea. La red telefónica conmutada se basa en los estándares creados por la ITU-T<sup>2</sup>. Existen una gran cantidad de redes privadas de teléfono que no se conectan con la red telefónica, especialmente redes de propósito militar, además de redes de compañías privadas.

La red telefónica conmutada fue normalizada y concebida para transmisión de voz, 300-3400Hz, aunque la voz puede llegar a 20000Hz considerada de Alta Fidelidad porque en este margen de frecuencias es posible identificar el tono de la voz perfectamente.

Se dice conmutada, por su modo de funcionamiento. Cuando se llama a un número de teléfono se establece una conexión física a través de un único cable entre el teléfono que llama y el que recibe la llamada. Por dicha línea sólo va una conversación. Por contra, las redes de computadoras comparten sus canales de información y simultáneamente se pueden poner en contacto varias computadoras, a través de la misma línea.

---

<sup>1</sup> Acrónimo en inglés de: Integrate Services Digital Network

<sup>2</sup> Sector de Normalización de las Telecomunicaciones, parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. ITU, por sus siglas en inglés.

Su uso es muy grande, debido a que tiene una cobertura casi ilimitada, es decir, casi en cualquier sitio hay un teléfono al cual se pueden enviar datos. Debido a que la red telefónica se extiende a lo largo del planeta los equipos de ésta se encuentran estandarizados a nivel mundial, ayudando esto a una mejor compatibilidad entre equipos de diferentes zonas geográficas, además todo equipo nuevo que se diseñe debe de ser compatible con la red.

Tiene mucha importancia en la transmisión de datos, pero para ello hay que adaptar la señal a su ancho de banda, para lo cual se emplean los MODEMs, modulador-demodulador, que adaptan la señal digital a los 3.4KHz de ancho de banda de la red telefónica. Su diseño esta hecho en función de dar una calidad de servicio dada, el 99% de las veces la llamada será exitosa.

## **I.2 REDES CONMUTADAS.-**

Cuando los datos hay que enviarlos a largas distancias e incluso a no tan largas, generalmente deben pasar por varios nodos intermedios. Estos nodos son los encargados de encauzar los datos para que lleguen a su destino.

En conmutación de circuitos, los nodos intermedios no tratan los datos de ninguna forma, sólo se encargan de encaminarlos a su destino. En redes de comunicación conmutadas, los datos que entren en la red provenientes de alguna de las estaciones, son conmutados de nodo en nodo hasta que lleguen a su destino.

Hay nodos sólo conectados a otros nodos y su única misión es conmutar los datos internamente a la red. También hay nodos conectados a estaciones y a otros nodos, por lo que deben de añadir a su función como nodo, la aceptación y emisión de datos de las estaciones que se conectan.

Los enlaces entre nodos están multiplexados en el tiempo o por división de frecuencias. Generalmente hay más de un camino entre dos estaciones, para así poder desviar los datos por el camino menos colapsado. Para redes de área amplia, generalmente se utilizan otras técnicas de conmutación:

- conmutación de circuitos
- conmutación de paquetes.

### **I.2.1 Conmutación.-**

Cada nodo de conmutación de circuitos consta básicamente de un conmutador digital, circuito que tiene una serie de conexiones al exterior donde cada una es un canal y una lógica de puertas interna que conecta unos canales con otros cuando se requieren estas conexiones. Por lo que dos canales conectados por el conmutador es como si estuvieran unidos sin interrupción. El conmutador posee la lógica de control suficiente para conectar y desconectar canales conforme sea necesario. Estos conmutadores deben permitir conexión full-duplex<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Método de comunicación en el que la comunicación puede ser en dos sentidos.

El conmutador digital se compone de:

- *Interfaz de red*: Incluye las funciones y hardware para conectar los dispositivos digitales y analógicos a la red.
- *Unidad de control*: Establece, gestiona y corta las conexiones conforme se le requieran al sistema.

Hay dos tipos básicos de redes respecto a su capacidad o no de bloquear las comunicaciones entre dos estaciones:

1. *Bloqueantes*: Aquellas que impiden una conexión cuando no es posible dedicar canales para ella. Por ejemplo en telefonía ya que no suele haber muchos teléfonos funcionando a la vez al ser las conexiones relativamente cortas.
2. *No bloqueantes*: Aquellas que siempre disponen de algún canal para cada conexión, esto debe ser así para conexiones entre sistemas informáticos en los que la conexión típica es de larga duración.

### **I.2.2 Redes de conmutación de circuitos.-**

Para cada conexión entre dos estaciones, los nodos intermedios dedican un canal lógico a dicha conexión. Para establecer el contacto y el paso de la información de estación a estación a través de los nodos intermedios, se requieren los pasos siguientes:

1. *Establecimiento del circuito*: El emisor solicita a un cierto nodo el establecimiento de conexión hacia una estación receptora. Este nodo es el encargado de dedicar uno de sus canales lógicos a la estación emisora y de encontrar los nodos intermedios para llegar a la estación receptora, para ello tiene en cuenta ciertos criterios de encaminamiento, costo, etc.
2. *Transferencia de datos*: Una vez establecido el circuito exclusivo para esta transmisión, cada nodo reserva un canal para esta transmisión, la estación se transmite desde el emisor hasta el receptor conmutando sin demoras de nodo en nodo.
3. *Desconexión del circuito*: Una vez terminada la transferencia, el emisor o el receptor indican a su nodo más inmediato que ha finalizado la conexión, y este nodo informa al siguiente de este hecho y luego libera el canal dedicado. Así de nodo en nodo hasta que todos han liberado este canal dedicado.

Debido a que cada nodo conmutador debe saber organizar el tráfico y las conmutaciones, éstos deben tener la suficiente capacidad de procesamiento como para realizar su labor eficientemente.

La conmutación de circuitos suele ser bastante ineficiente ya que los canales están reservados aunque no circulen datos a través de ellos. Para tráfico de voz, en que suelen circular datos, voz, continuamente puede ser un método bastante eficaz ya que el único retardo es el establecimiento de la conexión, y luego no hay retardos de nodo en nodo, debido a que ya se encuentra establecido el canal y no se tiene que procesar ningún tipo de información en ningún nodo.

La conmutación de circuitos, a pesar de sus deficiencias es el sistema más utilizado para conectar sistemas informáticos entre sí a largas distancias debido a la profusión e interconexión que existe y a que una vez establecido el circuito, la red se comporta como si fuera una conexión directa entre las dos estaciones, ahorrando bastante lógica de control.

### I.3 ARQUITECTURA.-

Existen 2 tipos de redes telefónicas, las redes públicas que a su vez se dividen en red pública móvil y red pública fija. Y también existen las redes telefónicas privadas que están básicamente formadas por un conmutador.

Las redes telefónicas públicas fijas, están formadas por diferentes tipos de centrales, que se utilizan según el tipo de llamada realizada por el usuario. Éstas son:

1. CCA.- Central con Capacidad de Usuario
2. CCE.- Central con Capacidad de Enlace
3. CTU.- Central de Tránsito Urbano
4. CTI.- Central de Tránsito Internacional
5. CI.- Central Internacional
6. CM.- Central Mundial

La red pública de telefonía utiliza conmutación de circuitos. Su arquitectura es la siguiente:

- *Abonados o centrales finales:* Son las estaciones de la red. Los enlaces entre los abonados y las centrales locales son normalmente cables de cobre.
- *Bucle local:* Es la conexión del abonado a la red. Esta conexión, como es de corta distancia, se suele hacer con un par trenzado.
- *Centrales:* Son aquellos nodos a los que se conectan los abonados o centrales intermedias<sup>4</sup>. Para los enlaces entre centrales se suele usar cable coaxial, fibra óptica o microondas.
- *Líneas principales:* Son las líneas que conectan nodo a nodo. Suelen usar multiplexación por división en frecuencias o por división en el tiempo.

La red telefónica está organizada de manera jerárquica. El nivel más bajo, las centrales locales, está formado por el conjunto de nodos a los cuales están conectados los usuarios. Le siguen

<sup>4</sup> Nodos intermedios entre nodo y nodo.

odos o centrales en niveles superiores, enlazados de manera tal que entre mayor sea la jerarquía, de igual manera será la capacidad que los enlaza. Con esta arquitectura se proporcionan a los usuarios diferentes rutas para colocar sus llamadas, que son seleccionadas por los mismos nodos, de acuerdo con criterios preestablecidos, tratando de que una llamada no sea enrutada más que por aquellos nodos y canales estrictamente indispensables para completarla. Se trata de minimizar el número de canales y nodos por los cuales pasa una llamada para mantenerlos desocupados en la medida de lo posible.

Debido a la dispersión geográfica de la red telefónica y de sus usuarios existen varias centrales locales, las cuales están enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad, de manera que cuando ocurran situaciones de alto tráfico no haya un bloqueo entre las centrales.

Asimismo existen nodos centrales que permiten enrutar una llamada hacia otra localidad, ya sea dentro o fuera del país. Este tipo de centrales se denominan centrales automáticas de larga distancia. El inicio de una llamada de larga distancia es identificado por la central por medio del primer dígito, y el segundo dígito le indica el tipo de enlace, nacional o internacional; en este último caso, le indica también el país de que se trata. A pesar de que el acceso a las centrales de larga distancia se realiza en cada país por medio de un código propio, éste señala cuál es el destino final de la llamada. El código de un país es independiente del que origina la llamada.

Cada una de estas centrales telefónicas, están divididas a su vez en 2 partes principales:

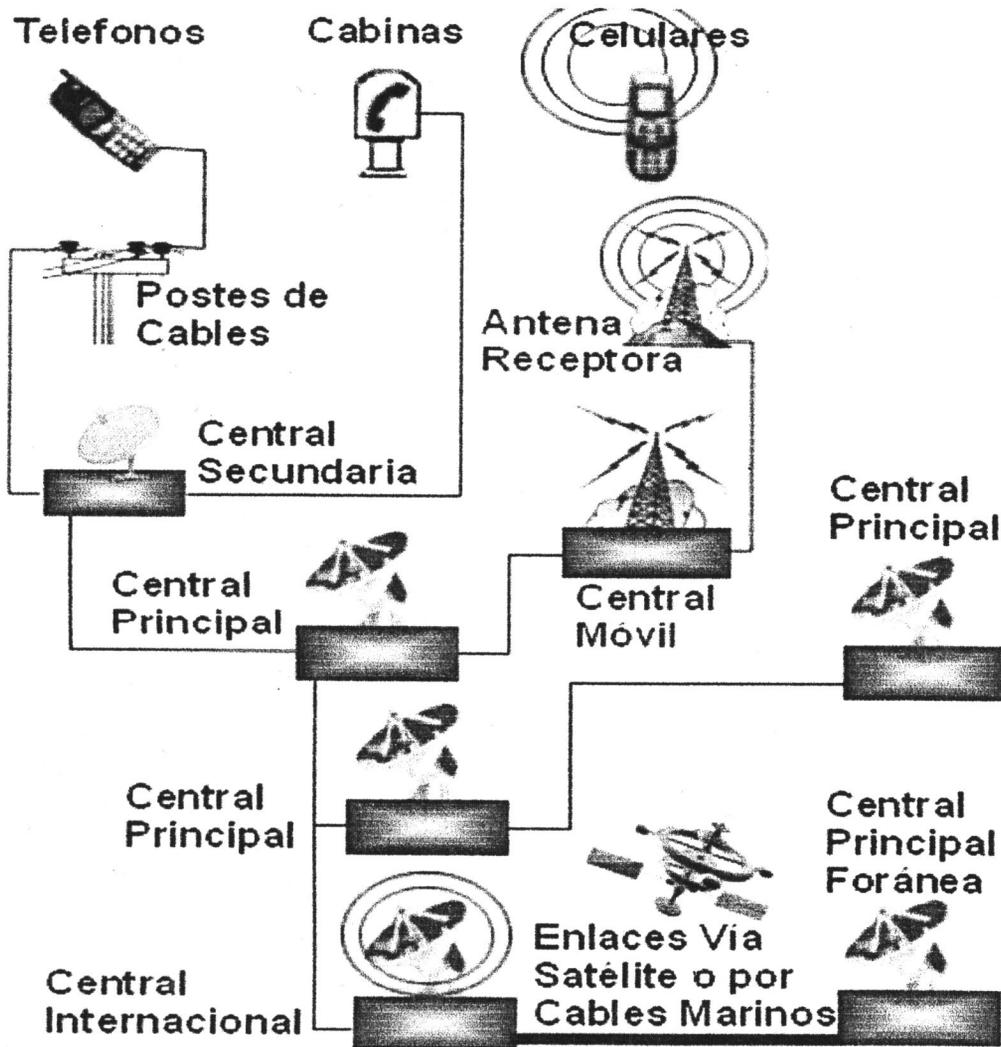
1. *Parte de Control.*- Se lleva a cabo por diferentes microprocesadores, los cuales se encargan de enrutar, direccionar, limitar y dar diferentes tipos de servicios a los usuarios.
2. *Parte de Conmutación.*- Se encarga de las interconexiones necesarias en los equipos para poder realizar las llamadas.

Para realizar llamadas internacionales en primer lugar se debe de marcar el código del acceso al servicio internacional (00), seguido de código del código del país y el código de la ciudad donde se encuentra la persona con quien se desea hablar, para terminar se marca el número local de la persona. Después de marcar es necesario esperar un tiempo razonable en lo que se enruta la llamada a su destino. El proceso y los códigos anteriormente mencionados se ejemplifican en los siguientes diagramas:

#### DESGLOSE DE LOS DIFERENTES CÓDIGOS QUE COMPONEN UN NÚMERO TELEFÓNICO INTERNACIONAL.

Acceso al Servicio Internacional	+	Código Identificador del País	+	Código Identificador de la Región	+	Teléfono Local
00	+	34	+	91	+	7664600

**DIAGRAMA DEL CAMINO SEGUIDO POR UNA LLAMADA, PARA ENRUTARLA CON SU DESTINO**



**I.4 FUNCIONAMIENTO.-**

La llamada telefónica se inicia en la persona que levanta el auricular y espera el tono de llamada provocando el cierre de un conmutador eléctrico. El cierre de dicho conmutador activa el flujo de una corriente eléctrica por la línea de la persona que efectúa la llamada, entre la ubicación de ésta y el edificio que alberga la central automática, que forma parte del sistema de conmutación. Se trata de una corriente continua que no cambia su sentido de flujo, aun cuando pueda hacerlo su intensidad o amplitud. La central detecta dicha corriente y devuelve un tono de llamada, una combinación concreta de dos notas para que resulte perfectamente detectable, tanto por los equipos como por las personas.

Una vez escuchado el tono de llamada, la persona teclea una serie de números mediante los botones del auricular o del equipo de base. Esta secuencia es exclusiva de otro abonado, la

persona a quien se llama. El equipo de conmutación de la central elimina el tono de llamada de la línea tras recibir el primer número y, una vez recibido el último, determina si el número con el que se quiere contactar pertenece a la misma central o a otra diferente. La función de una central consiste en identificar en el número seleccionado, la central a la cual está conectado el usuario destino y enrutar la llamada hacia dicha central, con el objeto que ésta le indique al usuario destino, por medio de una señal de timbre, que tiene una llamada. Al identificar la ubicación del destino reserva una trayectoria entre ambos usuarios para poder iniciar la conversación. La trayectoria o ruta no siempre es la misma en llamadas consecutivas, ya que ésta depende de la disponibilidad instantánea de canales entre las distintas centrales.

Una vez ubicado el destino se aplican una serie de intervalos de corriente de llamada a la línea. La corriente de llamada es corriente alterna de 20 Hz, que fluye en ambos sentidos 20 veces por segundo. El teléfono del usuario tiene una alarma acústica que responde a la corriente de llamada, normalmente mediante un sonido perceptible.

Cuando se responde al teléfono levantando el auricular, comienza a circular una corriente continua por su línea que es detectada por la central. Ésta deja de aplicar la corriente de llamada y establece una conexión entre la persona que llama y la llamada, que es la que permite hablar.

Los teléfonos modernos tienen un dispositivo electrónico que transmite una serie de pulsos sucesivos de corriente o varios tonos audibles correspondientes al número marcado. Los equipos electrónicos de la central de conmutación se encargan de traducir automáticamente la señal y de dirigir la llamada a su destino.

La tecnología de estado sólido ha permitido que estas centrales puedan procesar las llamadas a una velocidad de una millonésima de segundo, por lo que se pueden procesar simultáneamente grandes cantidades de llamadas. El circuito de entrada convierte, en primer lugar, la voz de quien llama a impulsos digitales. Estos impulsos se transmiten entonces a través de la red mediante sistemas de alta capacidad, que conectan las diferentes llamadas en base a operaciones matemáticas de conmutación computarizadas. Las instrucciones para el sistema se hallan almacenadas en la memoria de una computadora. Cuando se produce algún fallo, entra automáticamente en funcionamiento una unidad de reserva para manejar las llamadas. Gracias a estas técnicas, el sistema puede efectuar llamadas rápidas, tanto locales como a larga distancia, determinando con rapidez la ruta más eficaz.

En resumen la comunicación entre 2 usuarios sigue los siguientes pasos:

1. Cuando un abonado levanta el auricular de su aparato telefónico, la central lo identifica y le envía una "invitación a marcar".
2. La central espera a recibir el número seleccionado, para, a su vez, escoger una ruta del usuario fuente al destino.
3. Si la línea de abonado del usuario destino está ocupada, la central lo detecta y le envía al usuario fuente una señal, "tono de ocupado".

4. Si la línea del usuario destino no está ocupada, la central a la cual está conectado genera una señal para indicarle al destino la presencia de una llamada.
5. Al contestar la llamada el usuario destino, se suspende la generación de dichas señales.
6. Al concluir la conversación, las centrales deben desconectar la llamada y poner los canales a la disposición de otro usuario, a partir de ese momento.
7. Al concluir la llamada se debe contabilizar su costo para su facturación, para ser cobrado al usuario que la inició.

## **I.5 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.-**

En 1984 la CCITT<sup>5</sup> definió la Red Digital de Servicios Integrados, como una red, en general evolucionada de una red digital integrada telefónica, que proporciona de un extremo a otro conectividad digital, soportando un amplio abanico de servicios tanto de voz como otros tipos, y a la que los usuarios pueden tener acceso mediante dispositivos o interfaces multi-propósito.

La Red Digital de Servicios Integrados ha sido diseñada, como sucesor de las actuales redes telefónicas públicas, dentro de las ventajas que ofrece están:

- Audio de 7 KHz, frente a los 3.1 KHz de la telefonía básica, mejorando sensiblemente la calidad.
- Comunicaciones digitales a 64 Kbits por segundo, frente a los 14.4 Kbps. teóricamente alcanzables por las redes telefónicas.
- Gran funcionalidad frente a las redes telefónicas, como resultado del uso de un canal de señalización normalizado.
- Un único medio de acceso para transferencia de voz, imagen, datos y textos, por medio de conmutación de circuitos o de paquetes.
- Rapidez en las llamadas, menos de 800 ms., y virtualmente sin errores.

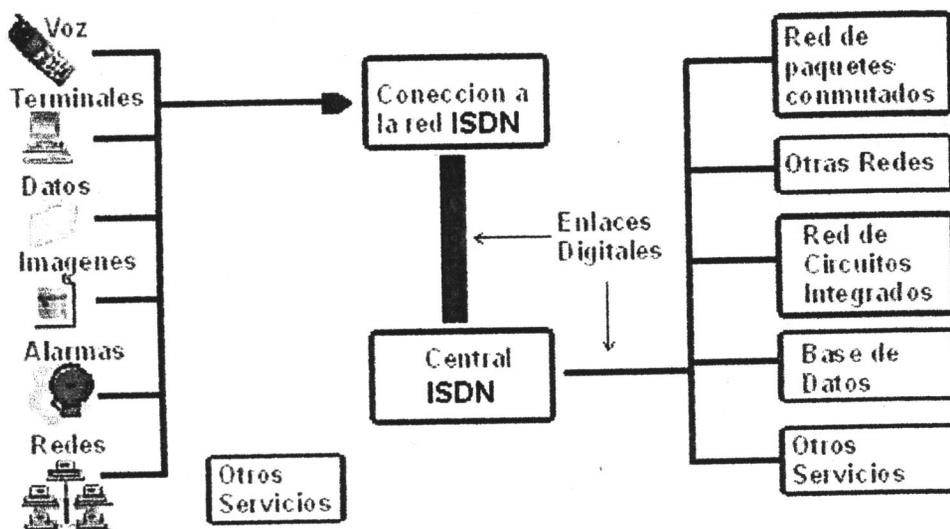
Como ejemplos de sus ventajas se pueden mencionar el envío de una página fax DIN-A4 en tan sólo 3 segundos, y la posibilidad de vídeo conferencias de calidad razonable.

Los estudios del CCITT<sup>8</sup> hicieron patente la absoluta necesidad de que los servicios primarios de la Red Digital de Servicios Integrados, evolucionaran a partir de las actuales redes telefónicas, entre otras razones para el aprovechamiento de las inversiones en los actuales cables de cobre. Sin embargo, es de esperar la evolución en instalaciones de mayor calidad para transferencias digitales, que a largo plazo son sin duda más rentables, como por ejemplo, fibra óptica.

---

<sup>5</sup> CCITT son las siglas de Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, antiguo nombre del comité de normalización de las telecomunicaciones dentro de la ITU ahora conocido como ITU-T.

El equipo terminal es el equipo de abonado que usa la Red Digital de Servicios Integrados. Dentro de las terminales se definen dos tipos. El equipo terminal de tipo 1 (ET1) son dispositivos que soportan la interfaz ISDN normalizada. Por ejemplo: teléfonos digitales, terminales de voz/datos integrados y equipos de fax digitales. El equipo terminal de tipo 2 (ET2) contempla la existencia de equipos no ISDN. Por ejemplo, servidores con una interfaz X.25<sup>6</sup>. Para conectarse a la interfaz ISDN tal equipo requiere un adaptador de terminal, que realizan las siguientes funciones: Adaptación de Velocidad, Conversión de Señalización, Conversión X.25<sup>10</sup> (AV +CS), Conversión de Interfaz física y Digitalización.



### I.5.1 Principios De ISDN.-

1. Soporte de aplicaciones, tanto de voz como de datos, utilizando un conjunto de aplicaciones estándar.
2. Soporte para aplicaciones conmutadas y no conmutadas. La Red Digital de Servicios Integrados admite tanto conmutación de circuitos como conmutación de paquetes. Además, la Red Digital de Servicios Integrados proporciona servicios no conmutados con líneas dedicadas a ello.
3. Dependencia de conexiones de 64 Kbps. La Red Digital de Servicios Integrados proporciona conexiones de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes a 64Kbps. Este es el bloque de construcción fundamental de la Red Digital de Servicios Integrados.

<sup>6</sup> La Recomendación X.25 es la norma mundialmente aceptada que define la interfaz entre una terminal de datos (DTE en modo de paquetes) y una red de paquetes (DCE) para el acceso a una red de paquetes, privada o pública.

4. Inteligencia en la red. La Red Digital de Servicios Integrados puede proporcionar servicios sofisticados por encima de la sencilla situación de una llamada de circuito conmutado.
5. Arquitectura de protocolo en capas. Los protocolos para acceso a la Red Digital de Servicios Integrados presentan una arquitectura de capas que se puede hacer corresponder con la del modelo OSI<sup>7</sup>.
6. Variedad de configuraciones. Es posible más de una configuración física para implementar ISDN. Esto permite diferencias en políticas nacionales, en el estado de la tecnología, y en las necesidades y equipos existentes de la base de clientes.

### **I.5.2 Tecnología.-**

La ISDN actual, también conocida como ISDN de banda estrecha, está basada en una de las dos estructuras definidas por CCITT<sup>8</sup>:

1. Acceso básico, BRI
  - Acceso simultáneo a 2 canales de 64 Kbps., denominados canales B, para voz o datos.
  - Un canal de 16 Kbps., o canal D, para la realización de la llamada y otros tipos de señalización entre dispositivos de la red.
  - En conjunto, se denomina 2B+D, o I.420, que es la recomendación CCITT que define el acceso básico. El conjunto proporciona 144 Kbps.
2. Acceso primario, PRI
  - Acceso simultáneo a 30 canales tipo B, de 64 Kbps., para voz y datos.
  - Un canal de 64 Kbps., o canal D, para la realización de la llamada y la señalización entre dispositivos de la red.
  - En conjunto, se referencia como 30B+D o I.421, que es la recomendación CCITT que define el acceso primario. el conjunto proporciona 1.984 Kbps.
  - En algunos países como Estados Unidos, sólo existen 23 canales tipo B, por lo que se denomina 23B+D. El total corresponde a 1.536 Kbps.

Las comunicaciones vía ISDN, conviven con las actuales líneas, por lo que es perfectamente posible establecer una llamada, por ejemplo, entre un teléfono ISDN y un teléfono analógico o viceversa, del mismo modo que es posible comunicar, vía ISDN, con X.25 o redes tipo Frame Relay. La Red Digital de Servicios Integrados se integra en el esquema de capas OSI, Open Systems Interconnection, en el que cada nivel realiza un subconjunto de las funciones requeridas para la comunicación.

La información en los canales tipo B, operando en modo de conmutación de circuitos, una vez que ha sido establecida la llamada, se transmite de un modo totalmente transparente, lo que

<sup>7</sup> El modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) es la propuesta que hizo la Organización Internacional para la Estandarización para estandarizar la interconexión de sistemas abiertos (independientes de una arquitectura específica).

<sup>8</sup> CCITT son las siglas de Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, antiguo nombre del comité de normalización de las telecomunicaciones dentro de la ITU ahora conocido como ITU-T.

permite emplear cualquier conjunto de protocolos como SNA, PPP, TCP/IP, etc. El canal B es el canal básico de usuario. Es un canal a 64 Kbps para transporte de la información generada por la terminal de usuario. Se puede usar para transferir datos digitales, voz digital codificada PCM, o una mezcla de tráfico de baja velocidad, incluyendo datos digitales y voz digitalizada decodificada a una velocidad de 64 Kbps. Puede subdividirse en subcanales, en cuyo caso todos ellos deben establecerse entre los mismos extremos subcriptores. Puede soportar las siguientes clases de conexiones:

- *Conmutación de circuitos:* El usuario hace una llamada y se establece una conexión de circuito conmutado con otro usuario de la red, con unos recursos dedicados. Cabe destacar que el diálogo de establecimiento de la llamada no tiene lugar en el canal B, sino en el D.
- *Conmutación de paquetes:* El usuario se conecta a un nodo de conmutación de paquetes y los datos se intercambian con otros usuarios vía X.25. Los recursos no son dedicados.
- *Permanentes:* No requiere un protocolo de establecimiento de llamada. Es equivalente a una línea alquilada. Se contrata un canal fijo, permanente.

El canal de control de la llamada, o canal D, es un canal de señalización a 16 ó 64 Kbps. que permite el establecimiento, monitorización y control de la conexión ISDN, es el responsable de generar los timbres de llamada, lleva información de señalización para controlar las llamadas de circuitos conmutados asociadas con los canales B, y además, el canal D puede usarse para conmutación de paquetes de baja velocidad mientras no haya esperando información de señalización. Está definido por la recomendación CCITT Q.931 (I.451), aunque en la actualidad, algunos países siguen normas propietarias. La señalización dentro de la red se realiza mediante la norma SS#7 (Signalling System Number 7) del CCITT, la misma empleada para la operación sobre líneas analógicas.

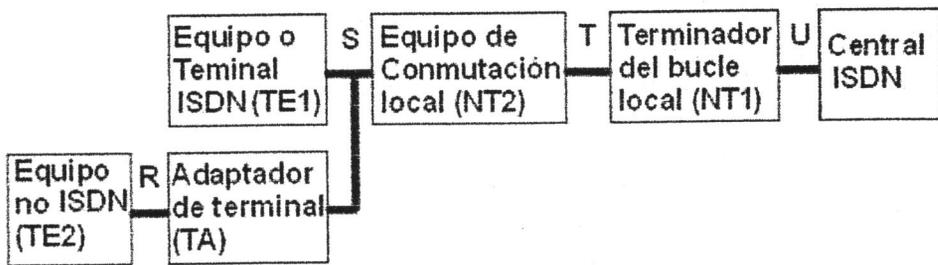
Se pueden establecer 3 tipos básico de conexiones ISDN:

- *Llamadas de conmutación de circuitos a través del canal B:* En las que la preparación se realiza a través del canal D.
- *Llamadas de conmutación de paquetes a través del canal B:* En las que la preparación se realiza a través del canal D, para la conexión de conmutación de circuitos a un nodo de conmutación de paquetes (de la operadora o privado).
- *Llamadas de conmutación de paquetes a través del canal D:* En las que el tráfico de paquetes es multiplexado con las señales de control en la capa de enlace (Internetworking con canales B).

### **I.5.3 Conexión ISDN.-**

Podemos definir una conexión ISDN según el siguiente diagrama:

### Diagrama de bloques y puntos de referencia ISDN



El módulo NT1 es el que proporciona la terminación física y electromagnética de la red, aislando al usuario de la compañía suministradora, permitiendo una adecuada monitorización y mantenimiento.

El módulo NT2 realiza, si existe, la conmutación local y el enrutado, en casos de redes locales y centrales digitales. Pueden existir equipos NT12, en el caso de que se integren físicamente los equipos de terminación con los de conmutación, por ejemplo en casos de centrales digitales suministradas por la propia compañía proveedora de los servicios ISDN.

Los equipos TE1 son aquellos que cumplen con las especificaciones ISDN, y que por tanto están diseñados para su conexión directa a dichas líneas.

Por el contrario, los equipos TE2, que no están preparados para su conexión directa a la ISDN, precisan de adaptadores de terminal, que realizan la necesaria adaptación de señales y protocolos, desde interfaces como RS-232<sup>9</sup>, e incluso de teléfonos normales.

Los puntos de referencia que afectan al lado del cliente de la conexión ISDN son los siguientes:

R - Hace referencia a la conexión que se encuentra entre un dispositivo no compatible con ISDN y un adaptador de terminal.

S - Hace referencia a los puntos que se conectan a la NT2, o dispositivo de conmutación del cliente. Es la interfaz que habilita llamadas entre los diversos equipos terminal del abonado.

T - Eléctricamente idéntica a la interfaz S, hace referencia a la conexión de salida desde la NT2 a la red ISDN. Las similitudes eléctricas entre las referencias S y T son la causa de que algunas interfaces se rotulen como interfaz S/T, porque aunque efectúan funciones totalmente diferentes, el puerto es eléctricamente el mismo y puede utilizarse para cualquiera de las funciones.

U - Hace referencia a la conexión entre la NT1 y la red ISDN propiedad de la compañía telefónica.

<sup>9</sup> Interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un equipo terminal de datos y un equipo de terminación del circuito de datos. Consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9

**CAPITULO II.-**  
**REDES DE DATOS**

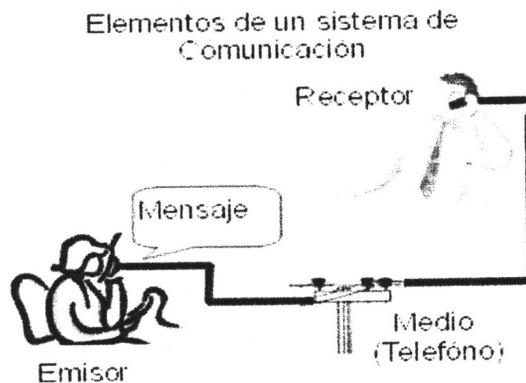
## CAPÍTULO II. REDES DE DATOS

### II.1 INTRODUCCIÓN.-

Las redes de datos son un conjunto de dispositivos físicos y de programas mediante el cual podemos comunicar computadoras para compartir recursos como son: discos duros, impresoras, programas, etc. Así como también compartir trabajo de procesador como es el tiempo de cálculo, el procesamiento de datos, por citar algunos ejemplos. A cada una de las computadoras conectadas a la red se le denomina un nodo.

Los elementos que integran un sistema de comunicación son:

- *El mensaje.*- Es la información que tratamos de transmitir, puede ser analógica o digital.
- *El emisor.*- Sujeto que envía el mensaje. Prepara la información para que pueda ser enviada por el canal, tanto en calidad, adecuando la señal a la naturaleza del canal, como en cantidad, amplificando la señal. La transmisión puede realizarse en banda base, en la banda de frecuencia propia de la señal; o modulando, traspasando la información de su frecuencia propia a otra de rango distinto, esto nos va a permitir adecuar la señal a la naturaleza del canal y además nos posibilita el multiplexar<sup>10</sup> el canal, con lo cual varios usuarios podrán usarlo a la vez.
- *El medio.*- Es el elemento a través del cual se envía la información del emisor al receptor. El medio puede introducir en la comunicación: Distorsiones; Atenuaciones o pérdidas de señal; Ruido o interferencias. Dos características importantes del medio son: la velocidad de transmisión, se mide en bits por segundo y el ancho de banda<sup>11</sup>.
- *El receptor.*- Tendrá que demodular<sup>12</sup> la señal, limpiarla y recuperar de nuevo el mensaje original.



<sup>10</sup> La multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

<sup>11</sup> Es el rango de frecuencias en el que opera la señal.

<sup>12</sup> Recuperar la información transportada por una onda portadora, que previamente en el extremo transmisor había sido modulada.

## II.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

En la transmisión de datos desde una fuente hacia un destino se debe tener en cuenta la naturaleza de los datos, cómo se logra su propagación física y qué procesamiento o ajustes se necesitan a lo largo del camino para asegurar que los datos que se reciban sean los correctos. Existen 2 tipos de transmisión de datos: analógica y digital, el tipo de transmisión viene determinada por el medio de transmisión a emplear.

**Transmisión Analógica.-** La transmisión analógica es una forma de transmitir señales analógicas<sup>13</sup>. El inconveniente de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia. La mayor parte de la información que se transmite en una red portadora es de naturaleza analógica. Algunos ejemplos de datos analógicos son: La voz, El vídeo. Algunos ejemplos de la transmisión analógica son: las llamadas telefónicas, La transmisión vía satélite.

**Transmisión Digital.-** La transmisión digital es una forma de transmitir señales digitales<sup>14</sup>. En la transmisión digital existen dos notables ventajas sobre la analógica, y éstas son: El ruido no se acumula en los repetidores, El formato digital se adapta por si mismo de manera ideal a la tecnología de estado sólido, como los circuitos integrados. Con las señales digitales se elimina el problema de la pérdida de calidad, ya que en lugar de amplificadores se emplean repetidores. Los repetidores no se limitan a aumentar la potencia de la señal, sino que decodifican los datos y los codifican de nuevo regenerando la señal en cada salto; idealmente el enlace podría tener longitud infinita. La forma más sencilla de transmisión digital es la binaria, en la cual a cada elemento de información se le asigna uno de dos posibles estados. Como ejemplos de la transmisión digital se pueden mencionar los siguientes: La lectura de los códigos de barras por parte de un lector láser, La comunicación interna en una computadora, La sincronización para el funcionamiento de los semáforos.

## II.3 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.-

Según el sentido de la transmisión podemos encontrarnos con tres tipos diferentes:

**Simplex:** *Este modo de transmisión permite que la información se transmita en un solo sentido y de forma permanente, con esta formula es difícil la corrección de errores causados por deficiencias de línea. Como ejemplos de este modo de transmisión tenemos, la televisión y la radio.*

**Half Duplex:** *En este modo, la transmisión fluye en ambos sentidos, pero solo en uno de ellos en un momento dado. Como ejemplo tenemos los Walkie Talkie.*

**Full Duplex:** *Es el método de comunicación más aconsejable, puesto que en todo momento la comunicación puede ser en dos sentidos posibles y así pueden corregir los errores de manera instantánea y permanente. El ejemplo típico sería el teléfono.*

<sup>13</sup> Son señales continuas, es decir, que pueden contener datos analógicos o datos digitales

<sup>14</sup> Son datos discretos. Algunos ejemplos son: textos, números enteros.

## II.4 MEDIOS DE TRANSMISION.-

Los medios de transmisión constituyen el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. La naturaleza del medio junto con la de la señal que se transmite a través de él, constituyen los factores determinantes de las características y la calidad de la transmisión. Se distinguen dos tipos de medios: guiados y no guiados. En ambos casos la transmisión se realiza por medio de ondas electromagnéticas.

### II.4.1 Medios de transmisión guiados.-

Los medios guiados conducen las ondas a través de un camino físico. En el caso de medios guiados es el propio medio el que determina principalmente las limitaciones de la transmisión: velocidad de transmisión de los datos, ancho de banda que puede soportar y espaciado entre repetidores. Ejemplos de estos medios son:

- *Par trenzado.*- Consiste en un par de cables, embutidos para su aislamiento, para cada enlace de comunicación. Este tipo de medio es el más utilizado debido a su bajo costo, su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance. Con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales. Es un medio muy susceptible a ruido y a interferencias. Para evitar estos problemas se suele trenzar el cable con distintos pasos de torsión y se suele recubrir con una malla externa para evitar las interferencias externas.
- *Pares trenzados blindados, STP, y no blindados, UTP.*- Los cables UTP son los más baratos aunque los menos resistentes a interferencias. Son usados en telefonía y en redes de área local. A velocidades de transmisión bajas, los cables blindados son menos susceptibles a interferencias, aunque son más caros y más difíciles de instalar. La distancia máxima recomendable para ambos tipos de cables es de 100 mts
- *Cable coaxial.*- Consiste en un cable conductor interno cilíndrico separado de otro cable conductor externo por anillos aislantes o por un aislante macizo recubierto por una capa aislante que es la funda del cable. Este cable, aunque es más caro que el par trenzado, se puede utilizar a más larga distancia, con velocidades de transmisión superiores, menos interferencias y permite conectar más estaciones. Se suele utilizar para televisión, telefonía a larga distancia, redes de área local, conexión de periféricos a corta distancia, etc. Para transmitir señales analógicas se necesita un amplificador cada pocos kilómetros y para transmitir señales digitales se necesita un repetidor cada kilómetro. Sus inconvenientes principales son: la atenuación<sup>15</sup>, el ruido térmico<sup>16</sup> y el ruido de intermodulación<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> Reducción de nivel de una señal, cuando pasa a través de un elemento de un circuito, o la reducción en nivel de la energía de vibración, cuando pasa a través de una estructura.

<sup>16</sup> Es causado por la agitación térmica de los portadores en un conductor o un semiconductor.

<sup>17</sup> Se produce cuando las señales de dos líneas independientes se intermodulan y forman un producto que cae dentro de una banda de frecuencias que difiere de ambas entradas, pero que puede caer dentro de una banda de una tercera señal

- *Fibra óptica.*- Se trata de un medio muy flexible y muy fino que conduce energía de naturaleza óptica. Su forma es cilíndrica con tres secciones radiales: núcleo, revestimiento y cubierta. El núcleo está formado por una o varias fibras muy finas de cristal o plástico. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento que es un cristal o plástico con diferentes propiedades ópticas distintas a las del núcleo. Alrededor de este conglomerado está la cubierta, constituida de material plástico o similar, que se encarga de aislar el contenido de aplastamientos, humedad, etc.

Es un medio muy apropiado para largas distancias y LAN's. Sus beneficios frente a cables coaxiales y pares trenzados son: Permite mayor ancho de banda, menor tamaño y peso, menor atenuación, aislamiento electromagnético, mayor separación entre repetidores. Su rango de frecuencias es todo el espectro visible (380 THz – 780 THz) y parte del infrarrojo.

#### **II.4.2 Medios de transmisión no guiados.-**

Los medios no guiados proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen. Se utiliza como medio no guiado, principalmente el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena. Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía:

- *Direccional.*- Toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados.
- *Omnidireccional.*- La energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla.

Cuanto mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional. Para enlaces punto a punto se suelen utilizar microondas, altas frecuencias. Para enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio, bajas frecuencias. Los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia por ejemplo en una misma habitación.

#### **II.5 CLASIFICACIÓN DE REDES.-**

Las redes de información se pueden clasificar según su extensión y su topología, a su vez estas divisiones tienen subdivisiones, para facilitar su estudio. A continuación se presenta los distintos tipos de redes disponibles:

##### **II.5.1 Según Su Extensión.-**

###### **a) LAN, Local Area Network, o Redes de Área Local.-**

Es un sistema de comunicación entre computadoras que permite compartir información, con la característica de que la distancia entre las computadoras debe ser pequeña, hasta unos cuantos kilómetros de extensión.

Estas redes son usadas para conectar computadoras personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información. Se caracterizan por: tamaño restringido; suelen emplear tecnología de difusión mediante un cable sencillo al que están conectadas todas las máquinas; son redes con velocidades entre 10 y 100 Mbps; tienen baja latencia<sup>18</sup> y baja tasa de errores, su administración es sencilla. Cuando se utiliza un medio compartido es necesario un mecanismo de arbitraje para resolver conflictos.

**b) MAN, Metropolitan Area Network, o Redes de Área Metropolitana.-**

Es una versión de mayor tamaño de la red local. Puede ser pública o privada. Una MAN puede soportar tanto voz como datos. Una MAN tiene uno o dos cables y no tiene elementos de intercambio de paquetes o conmutadores, lo cual simplifica bastante el diseño. La razón principal para distinguirla de otro tipo de redes, es que para las MAN's se ha adoptado un estándar llamado DQDB<sup>19</sup>. Utiliza medios de difusión al igual que las Redes de Área Local.

**c) WAN, Wide Area Network, o Redes de Amplia Cobertura.-**

Son redes que cubren una amplia región geográfica, a menudo un país o un continente. Este tipo de redes contiene máquinas que ejecutan programas de usuario llamadas hosts o end system. Los hosts están conectados por una subred que transporta los mensajes de un host a otro. Estas LAN de host acceden a la subred de la WAN por un router. Suelen ser por tanto redes punto a punto. Cada host está después conectado a una LAN en la cual está el router que se encarga de enviar la información por la subred.

En la mayoría de las redes de amplia cobertura se pueden distinguir dos componentes: Las líneas de transmisión y los elementos de intercambio. Las líneas de transmisión se conocen como canales, circuitos o troncales y son los que mueven bits de una máquina a otra. Los elementos de intercambio son máquinas especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Conocidos como routers.

**d) CAN, Campus Area Network, o Red de Area Campus.-**

Una red CAN es una colección de redes LAN dispersadas geográficamente dentro de un campus, que puede ser universitario, oficinas de gobierno, o industrias, pertenecientes a una misma entidad en una área delimitada en kilómetros. Una CAN utiliza comúnmente

---

<sup>18</sup> Es un lapso de tiempo entre el inicio de la transmisión de la señal y la recepción de la señal.

<sup>19</sup> La red DQDB (Distributed Queue Dual Bus) ha sido elegida por la IEEE en el grupo de trabajo IEEE 802.6 como red básica para las comunicaciones llamadas metropolitanas, es decir, sobre un gran campus o en una ciudad.

tecnologías tales como FDDI<sup>20</sup> y Gigabit Ethernet<sup>21</sup> para conectividad a través de medios de comunicación tales como fibra óptica y espectro disperso<sup>22</sup>.

### e) Las redes PAN (red de administración personal).-

Las redes PAN son redes pequeñas, las cuales tienen una longitud pequeña que puede ir de los 4.5 mts hasta los 30 mts, dependiendo del dispositivo a utilizar. Las redes PAN incluyen Bluetooth<sup>23</sup> y FireWire<sup>24</sup>. Un ejemplo de estas redes es un café Internet.

## II.6 MODELO OSI.-

Una de las necesidades más importantes de un sistema de comunicaciones es el establecimiento de estándares, sin ellos sólo podrían comunicarse entre sí equipos del mismo fabricante y que usaran la misma tecnología. La conexión entre equipos electrónicos se ha ido estandarizando paulatinamente siendo las redes telefónicas las pioneras en este campo.

La ISO, International Organisation for Standardisation, ha generado una gran variedad de estándares, siendo uno de ellos la norma ISO-7494 que define el modelo OSI, este modelo es fundamental para comprender mejor el funcionamiento de las redes de computadoras, visualizar cómo la información o los paquetes de datos viajan desde los programas de aplicación, por ejemplo hojas de cálculo, documentos, etc., a través de un medio de red, por ejemplo cables, etc., hasta otro programa de aplicación ubicado en otra computadora de la red, aún cuando el transmisor y el receptor tengan distintos tipos de medios de red.

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones por red. No garantiza la comunicación entre equipos pero pone las bases para una mejor estructuración de los protocolos de comunicación. Tampoco existe ningún sistema de comunicaciones que los siga estrictamente, siendo la familia de protocolos TCP/IP la que más se acerca.

### II.6.1 Capas.-

En el modelo de referencia OSI, hay siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red específica. Esta división de las funciones de networking se denomina división en capas. Al dividir la red en capas, se obtienen las siguientes ventajas:

<sup>20</sup> Es una interfaz de red en configuración de simple o doble anillo, con paso de testigo, que puede ser implementada con fibra óptica, cable de par trenzado apantallado, o cable de par trenzado sin apantallar.

<sup>21</sup> Es una ampliación del estándar Ethernet que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo que en la práctica se convierten en unos 100 megabytes útiles.

<sup>22</sup> Es una técnica de comunicación en la que para la transmisión de información se elige una amplitud de banda mucho mayor a la que se necesita.

<sup>23</sup> Es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia.

<sup>24</sup> Es un estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras.



- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, para que se puedan desarrollar con más rapidez.
- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas para simplificar el aprendizaje.

Las siete capas del modelo de referencia OSI son:

*Nivel 1 – Físico:* Se encarga de las características eléctricas, mecánicas, funcionales y de procedimiento que se requieren para mover los bits de datos entre cada extremo del enlace de la comunicación. Un ejemplo de ellos son los cables, tarjetas y repetidores.

*Nivel 2 – Enlace:* La capa de enlace de datos asegura la confiabilidad del medio de transmisión, ya que se ocupa del direccionamiento físico, divide el flujo de bits en unidades con formato llamadas tramas, la topología de red, el acceso a la red, entrega ordenada de tramas, realiza la verificación de errores, retransmisión, control del flujo. También debe incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor. Un ejemplo de ellos son los puentes o Bridges.

*Nivel 3 – Red:* Decide el encaminamiento de los paquetes entre el origen y el destino. Este encaminamiento puede establecerse estáticamente, mediante tablas de rutas prefijadas, o bien dinámicamente, en función del tráfico de la red. Por lo tanto, la capa de red es la más baja, que se ocupa de la transmisión de extremo a extremo. También debe detectar y corregir problemas de congestión del tráfico. Un ejemplo de ellos son los routers y los protocolos IP e IPX.

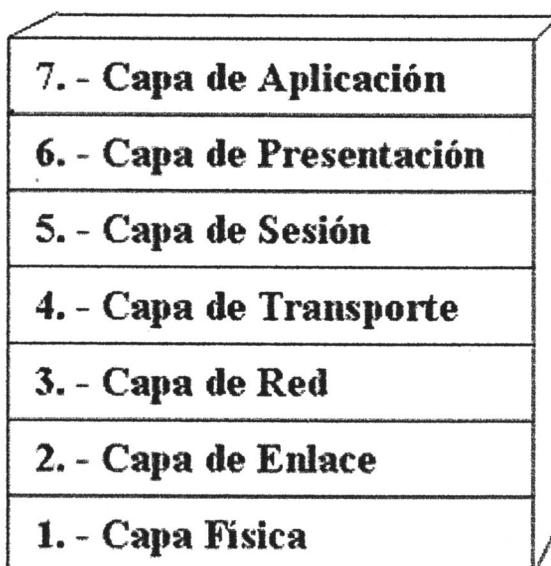
*Nivel 4 – Transporte:* Esta capa proporciona el control de extremo a extremo y el intercambio de información con el nivel que requiere el usuario. Representa el corazón de la jerarquía de los protocolos que permiten realizar el transporte de los datos en forma segura y económica. En ella podemos encontrar los protocolos UDP, TCP y como muestra de Hardware los gateways.

*Nivel 5 – Sesión:* Establece, administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando. Proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos hosts y administra su intercambio de datos. Además ofrece disposiciones para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio y un registro de excepciones acerca de los problemas de la capa de sesión, presentación y aplicación

*Nivel 6 – Presentación:* Se ocupa de la sintaxis y semántica de la información que transmite. Opcionalmente puede encriptar o comprimir la información. Permite a la capa de aplicación interpretar el significado de la información que se intercambia. Realiza las conversiones de formato mediante las cuales se logra la comunicación de dispositivos o de aplicaciones que se ejecutan en plataformas distintas.

Nivel 7 – Aplicación: Es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario. Difiere de las demás capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino solamente a aplicaciones que se encuentran fuera del modelo OSI. La capa de aplicación establece la disponibilidad de los potenciales socios de comunicación, sincroniza y establece acuerdos sobre los procedimientos de recuperación de errores y control de la integridad de los datos.

A su vez, estos 7 niveles se pueden subdividir en dos categorías, las capas superiores: Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte; y las capas inferiores: De red, Enlace, Física. Las 4 capas superiores trabajan con problemas particulares a las aplicaciones, y las 3 capas inferiores se encargan de los problemas pertinentes al transporte de los datos.



## II.7 DISPOSITIVOS DE REDES.-

Son los dispositivos que hacen posible la comunicación entre 2 ó más máquinas.

*NIC/MAU o Tarjeta de red.*- También llamada "Network Interface Card", Tarjeta de interfaz de red, "Medium Access Unit" o Unidad de Acceso al Medio. Es el dispositivo que conecta la computadora u otro equipo de red con el medio físico para transmitir y recibir información.

*La NIC.*- Es un tipo de tarjeta de expansión de la computadora y proporciona un puerto en la parte trasera de la PC al cual se conecta el cable de la red. A veces, es necesario, además de la tarjeta de red, un transceptor. Este es un dispositivo que se conecta al medio físico y a la tarjeta, bien porque no sea posible la conexión directa, o porque el medio sea distinto del que utiliza la tarjeta.

*Hubs o Concentradores.*- Son equipos que permiten estructurar el cableado de las redes. La variedad de tipos y características de estos equipos es muy grande. En un principio eran solo concentradores de cableado, pero la tendencia actual es incorporar más funciones en el concentrador. Existen concentradores para todo tipo de medios físicos.

*Switches o conmutadores.*- Son dispositivos de interconexión de redes de computadoras que operan en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Un switch interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los bridges, pasando datos de una red a otra, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red. La diferencia principal que existe entre los switches de los hubs, es que los switches buscan el puerto de salida más apropiado para enviar los datos y tan solo mandan los datos ha dicho puerto, mientras que los hubs mandan la información a todos los puertos.

*Access Points o Puntos de Acceso.*- Son dispositivos de comunicación que conectan dispositivos inalámbricos para formar redes inalámbricas. Es una parte fundamental en cualquier red inalámbrica, ya que permite que las diferentes computadoras con conexión inalámbrica se comuniquen con los equipos cableados como impresoras, routers adsl, cable módems, PC's, etc. El punto de acceso coordina la transmisión y recepción de múltiples dispositivos inalámbricos dentro de una extensión específica; la extensión y el número de dispositivos dependen del estándar de conexión inalámbrica que se utilice y del producto.

*Repetidores.*- Son equipos que actúan a nivel físico. Prolongan la longitud de la red uniendo dos segmentos y amplificando la señal, pero junto con ella amplifican también el ruido. La red sigue siendo una sola, con lo cual, siguen siendo válidas las limitaciones en cuanto al número de estaciones que pueden compartir el medio.

*Bridges o Puentes.*- Son equipos que unen dos redes actuando sobre los protocolos de bajo nivel, en el nivel de control de acceso al medio. Solo el tráfico de una red que va dirigido a la otra atraviesa el dispositivo. Esto permite a los administradores dividir las redes en segmentos lógicos, descargando de tráfico las interconexiones. Los bridges producen las señales, con lo cual no se transmite ruido a través de ellos.

*Routers o Ruteadores.*- Son equipos de interconexión de redes que actúan a nivel de los protocolos de red. Permite utilizar varios sistemas de interconexión mejorando el rendimiento de la transmisión entre redes. Su funcionamiento es más lento que los bridges pero su capacidad es mayor. Permiten, incluso, enlazar dos redes basadas en un protocolo, por medio de otra que utilice un protocolo diferente.

*Gateways o Pasarelas.*- Son equipos para interconectar redes con protocolos y arquitecturas completamente diferentes a todos los niveles de comunicación. La traducción de las unidades de información reduce mucho la velocidad de transmisión a través de estos equipos.

*Servidores o Hosts.*- Son equipos que permiten la conexión a la red de equipos periféricos tanto para la entrada como para la salida de datos. Estos dispositivos se ofrecen en la red como recursos compartidos. Así una terminal conectada a uno de estos dispositivos puede establecer sesiones contra varias computadoras multiusuario disponibles en la red. Igualmente, cualquier sistema de la red puede imprimir en las impresoras conectadas a un servidor.

*Módems.*- Son equipos que permiten a las computadoras comunicarse entre sí a través de líneas telefónicas, mediante modulación y demodulación de señales electrónicas que pueden ser procesadas por las PC's. Los módems pueden ser externos, un dispositivo de comunicación, o internos, dispositivo de comunicación interno o tarjeta de circuitos que se inserta en una de las ranuras de expansión de la computadora.

## II.8 PROTOCOLOS.-

Un protocolo de red o protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. Son las reglas y procedimientos que se utilizan en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cable. Los protocolos gobiernan dos niveles de comunicaciones:

- Los protocolos de alto nivel: Estos definen la forma en que se comunican las aplicaciones.
- Los protocolos de bajo nivel: Estos definen la forma en que se transmiten las señales por cable.

Los protocolos de red establecen aspectos tales como:

- Las secuencias posibles de mensajes que pueden arribar durante el proceso de la comunicación.
- La sintaxis de los mensajes intercambiados.
- Estrategias para corregir los casos de error.
- Estrategias para asegurar la seguridad: autenticación, encriptación.

Dentro de los protocolos con que se trabaja en Internet se encuentran los siguientes:

Protocolos de Internet	
Nivel de aplicación	BitTorrent, FTP, HTTP, HTTPS, IMAP, ICQ, IRC, NFS, NNTP, POP3, RTP, SIP, SMB/CIFS, SMTP, SNMP, SSH, SSL, Telnet, UUCP, ...
Nivel de transporte	DCCP, SCTP, SPX, TCP, UDP, ...
Nivel de red	ARP, RARP, IP (IPv4, IPv6), X.25, ICMP, IGMP, NetBEUI, IPX, Appletalk...
Nivel de enlace	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, HDLC, PPP, Wi-Fi...
Nivel físico	Cable coaxial, Cable de fibra óptica, Cable de par trenzado, Microondas, Radio, RS-232...

### II.8.1 Protocolo IP.-

IP es el principal protocolo de la capa de red. El protocolo IP está definido en la RFC 791. Este protocolo define la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino, atravesando todo Internet. Además, el software IP es el encargado de elegir la ruta más adecuada por la que los datos serán enviados. Se trata de un sistema de entrega de paquetes llamados *datagramas IP*, que tiene las siguientes características:

- Es no orientado a conexión debido a que cada uno de los paquetes puede seguir rutas distintas entre el origen y el destino. Entonces pueden llegar duplicados o desordenados.
- Es no fiable porque los paquetes pueden perderse, dañarse o llegar retrasados.

### II.8.2 Protocolo UDP.-

El protocolo UDP, también conocido como *User Datagram Protocol* o protocolo de datagrama de usuario, proporciona una comunicación muy sencilla entre las aplicaciones de dos computadoras. El protocolo UDP es:

- No fiable. Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados.
- No orientado a conexión. No se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.

UDP utiliza el protocolo IP para transportar sus mensajes. Como vemos, no añade ninguna mejora en la calidad de la transferencia; aunque sí incorpora los puertos origen y destino en su formato de mensaje. Las aplicaciones, y no el protocolo UDP, deberán programarse teniendo en cuenta que la información puede no llegar de forma correcta.

### II.8.3 Protocolo TCP.-

El protocolo TCP, también conocido como *Transmission Control Protocol* o protocolo de control de transmisión, está basado en IP que es no fiable y no orientado a conexión, y sin embargo es:

- Orientado a conexión. Es necesario establecer una conexión previa entre las dos máquinas, es decir, tener dos pares *dirección IP:puerto*, antes de poder transmitir algún dato. A través de esta conexión los datos llegarán siempre a la aplicación destino de forma ordenada y sin duplicados. Finalmente, es necesario cerrar la conexión.
- Fiable. La información que envía el emisor llega de forma correcta al destino.

La fiabilidad se logra debido a que cada vez que llega un mensaje se devuelve una confirmación o *acknowledgement* para que el emisor sepa que ha llegado correctamente. Si no le llega esta confirmación pasado un cierto tiempo, el emisor reenvía el mensaje.

El protocolo TCP permite una comunicación fiable entre dos aplicaciones. De esta forma, las aplicaciones que lo utilicen no tienen que preocuparse de la integridad de la información: dan

por hecho que todo lo que reciben es correcto. La unidad de datos del protocolo es el *byte*, de tal forma que la aplicación origen envía bytes y la aplicación destino recibe estos bytes, sin embargo, cada byte no se envía inmediatamente después de ser generado por la aplicación, sino que se espera a que haya una cierta cantidad de bytes, se agrupan en un *segmento* y se envía el segmento completo. Si el segmento es muy grande será necesario fragmentar el datagrama, con la consiguiente pérdida de rendimiento; y si es muy pequeño, se estarán enviando más cabeceras que datos. Por consiguiente, es importante elegir el mayor tamaño de segmento posible que no provoque fragmentación.

El protocolo TCP envía un *flujo de información no estructurado*. Cada vez que se abre una conexión, se crea un canal de comunicación bidireccional en el que ambas aplicaciones pueden enviar y recibir información, es decir, una conexión es *full-dúplex*. Para facilitar el control de flujo de la información los bytes de la aplicación se numeran.

#### **II.8.4 El protocolo STUN.-**

STUN, por sus siglas en inglés: Simple Traversal of UDP through NATs, es un protocolo de red que permite a clientes detrás de NAT averiguar su IP pública, tipo de NAT y puerto exterior. El agotamiento de los rangos de direcciones IP's utilizables en Internet ha obligado a utilizar direcciones IP privadas dentro de las redes de las empresas y usuarios domésticos. Un equipo IP para ser alcanzado en Internet debe utilizar una IP pública para sus comunicaciones. Es necesario por tanto enmascarar la red interna en una o varias IPs públicas.

El cliente STUN solicita a un servidor STUN la IP y puerto por los que ha salido a Internet. En función de varios test contra el servidor STUN el cliente averigua el tipo de NAT en el que se encuentra.

### **II.9 TECNOLOGÍAS DE RED.-**

#### **II.9.1 Ethernet.-**

Ethernet es la capa física más popular la tecnología LAN usada actualmente. Ethernet es popular porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría los usuarios de la informática actual.

El estándar que lo define es el IEEE 802.3 y determina la forma en que los puestos de la red envían y reciben datos sobre un medio físico compartido que se comporta como un bus lógico, independientemente de su configuración física. Ha sido perfeccionada para trabajar a 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps. En sus versiones de hasta 1 Gbps utiliza el protocolo de acceso al medio CSMA/CD<sup>25</sup> y por lo tanto tiene las siguientes características:

---

<sup>25</sup> Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect, o Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones.

- Cuando la interfaz del servidor tiene un paquete para transmitir, detecta si hay mensajes que están siendo transmitidos. Si no detecta transmisión alguna, la interfaz comienza a enviar. Cada transmisión está limitada en el tiempo, pues existe un tamaño máximo de paquete.
- Cada nodo verifica que una señal externa no interfiera con la transmisión que se está realizando. Cuando se detecta una colisión, la interfaz aborta la transmisión y espera hasta que la actividad cese antes de volver a intentar la transmisión.

Las tecnologías Ethernet más comunes y más importantes las son:

*Ethernet 10Base2.*- Usa un cable coaxial delgado y fácil de instalar, aunque los segmentos de cable no pueden exceder de 200 metros y 30 nodos.

*Ethernet 10Base5.*- También llamada Ethernet gruesa, usa un cable coaxial grueso, consiguiendo una velocidad de 10 Mbps. Puede tener hasta 100 nodos conectados, con una longitud de cable de hasta 500 metros.

*Ethernet 10Base-T.*- Cada estación tiene una conexión con un hub central, y los cables usados son normalmente de par trenzado. Tiene como desventaja que los cables tienen un límite de sólo 100 metros.

*Ethernet 10Base-FX.*- Basada en el uso de fibra óptica para conectar las máquinas, es idónea para la conexión entre edificios. Los segmentos pueden tener una longitud de hasta 2 kms.

*Fast Ethernet o Ethernet de alta velocidad.*- Para redes Ethernet que necesitan mayores velocidades, se estableció la norma Fast Ethernet: IEEE 802.3u. Esta norma elevó los límites de 10 Mbps. de Ethernet a 100 Mbps.

*Gigabit Ethernet.*- También conocida como GigE, consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo que en la práctica se convierten en unos 100 megabytes útiles. Funciona sobre cables de cobre del tipo UTP y categoría 5, y sobre fibra óptica.

*10-gigabit Ethernet (XGbE o 10GbE).*- Es el más rápido de los estándares Ethernet. IEEE 802.3ae define una versión de Ethernet con una velocidad nominal de 10 Gbit/s.

## II.9.2 X.25.-

Primer servicio estándar de red pública de datos. No es apto para tráfico en tiempo real. La Recomendación X.25 es la norma mundialmente aceptada que define la red de conmutación de paquetes, emitida originalmente por el CCITT<sup>26</sup> de la ITU<sup>27</sup> en 1976 y especifica la interfaz entre una terminal de datos y una red de paquetes para el acceso a una red de paquetes, privada o pública.

Fue diseñado para medios físicos poco fiables. La comprobación del envío de datos se realiza en el nivel de enlace mediante el protocolo de ventana deslizante, en cada salto de la red X.25

<sup>26</sup> Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico.

<sup>27</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional.

se verifica la integridad de los paquetes y cada conmutador proporciona una función de control de flujo. La función de control de flujo impide que un conmutador X.25 no envíe paquetes a mayor velocidad de la que el receptor de los mismos sea capaz de procesarlos. Tiene un servicio orientado a conexión. El tamaño de sus paquetes puede ser de hasta 128 bytes normalmente. Su velocidad típica es de 9,6 a 64 Kbps.

El protocolo X.25 opera en la capa 3 e inferiores del modelo OSI, y mediante la conmutación de paquetes, a través de una red de conmutadores, entre identificadores de conexión. En cada salto de la red X.25 se verifica la integridad de los paquetes y cada conmutador proporciona una función de control de flujo. La función de control de flujo impide que un conmutador X.25 no envíe paquetes a mayor velocidad de la que el receptor de los mismos sea capaz de procesarlos. Para ello, el conmutador X.25 receptor no envía inmediatamente la señal de reconocimiento de los datos remitidos, con lo que el emisor de los mismos no envía más que un determinado número de paquetes a la red en un momento dado.

### **II.9.3 Frame Relay.-**

Es un estándar del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico y del Instituto Nacional Americano de Normalización, ANSI, que define un proceso para el envío de datos a través de una red de datos públicos. Es la versión aligerada del X.25, pensado para combinar con otros protocolos como TCP/IP, y para interconexión multiprotocolo de LANs. Servicio no fiable; si llega una trama errónea se descarta y el nivel superior, normalmente el de transporte, se enterará y pedirá retransmisión. Su eficiencia es mucho mejor que X.25, especialmente a altas velocidades. Opera en la capa física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI, pero depende de los protocolos de capa superior como TCP para la corrección de errores.

Frame Relay se define, oficialmente, como un servicio portador ISDN de banda estrecha en modo de paquetes, y ha sido especialmente adaptado para velocidades de hasta 2,048 Mbps., aunque nada le impide superarlas. Las redes Frame Relay son orientadas a conexión.

Frame Relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada con circuitos punto a punto. Su gran ventaja consiste en reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red. El uso de conexiones implica que los nodos de la red son conmutadores, y las tramas deben de llegar ordenadas al destinatario, ya que todas siguen el mismo camino a través de la red.

Las redes Frame Relay se construyen partiendo de un equipamiento de usuario que se encarga de empaquetar todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama Frame Relay. Las tramas y cabeceras de Frame Relay pueden tener diferentes longitudes, ya que hay una gran variedad de opciones disponibles en la implementación.

A pesar del gran número de formas y tamaños Frame Relay funciona perfectamente, y ha demostrado un alto grado de interoperabilidad entre diferentes fabricantes de equipos y redes. Esto es debido a que siempre existe la posibilidad de convertir los formatos de Frame Relay a uno común, sin importar las opciones empleadas por una determinada implementación de red o equipamiento.

En Frame Relay los dispositivos del usuario se interrelacionan con la red de comunicaciones, de forma que la red sólo se encarga de la transmisión y conmutación de los datos, así como de indicar cual es el estado de sus recursos; y los dispositivos son los responsables del control de flujo y de errores. En el caso de errores o de saturación de los nodos de la red, los equipos del usuario solicitarán el reenvío de las tramas incorrectas y si es preciso reducirán la velocidad de transmisión, para evitar la congestión.

#### **II.9.4 ATM, Asynchronous Transfer Modem.-**

La tecnología llamada Asynchronous Transfer MODEM, ATM, es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha. ATM es independiente del transporte físico y responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. Pretende resolver dos problemas: mayor ancho de banda y rápida conmutación que permita tomar bits de un enlace y llevarlos velozmente a otro enlace de la misma red.

La gran ventaja de ATM es su potencial habilidad para mezclar diferentes tipos de redes en una gran red físicamente no canalizada. Este método de multiplexar celdas ATM define el concepto de modo de transferencia asíncrona, donde asíncrona se refiere a la habilidad de la red de enviar datos asociados con una conexión sólo mientras existan dichos datos.

En ATM el tráfico es enviado en función de la demanda: si no hay tráfico, no hay consumo de ancho de banda, y por tanto no es dependiente del servicio. Es muy flexible y eficiente: se ajustan fácilmente y los recursos previamente asignados a una conexión de audio, se emplean luego para datos. La unidad de intercambio de datos es la celda, definida como un bloque de información de longitud fija, en concreto 53 bytes: cabecera de 5 bytes, y sección de información de 48 bytes, denominada *payload* o carga útil.

Las conexiones ATM, denominadas circuitos virtuales, pueden ser permanentes, PVC o Permanent Virtual Circuit, que operan como una línea física dedicada, creando una conexión permanente entre dos puntos de la red; o pueden ser conmutados, SVC o Switched Virtual Circuit, equivalentes a los de la red telefónica, donde las conexiones entre dos puntos de la red se establecen dinámicamente para cada transmisión.

Este protocolo consiste de tres niveles o capas básicas:

La primera capa llamada capa física, define las interfases físicas con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

- La subcapa Physical Medium Dependent, PMD, tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc.
- La subcapa Transmission Convergent, TC, controla la transmisión de las a través del medio físico. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento con el plano de administración.

La segunda capa es la capa ATM. Define la estructura de la celda y cómo las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una la red, también permite el establecimiento y destrucción de las conexiones virtuales en la red. Esta capa es independiente del servicio.

La tercera capa es la ATM Adaptation Layer, AAL. Tiene una función clave en el manejo de múltiples tipos de tráfico para usar la red ATM, y es dependiente del servicio. Esta diseñada para proporcionar la conversión en celdas de los diferentes tipos de paquetes, necesaria para acomodar la mezcla de tipos de datos en una misma red. Realiza las funciones de segmentación y reensamblado que componen la información de las capas de niveles superiores, como paquetes de datos de longitud variable en celdas ATM de longitud fija. Esta capa también gestiona el control de tiempos para las transmisiones y maneja celdas perdidas u ordenadas incorrectamente.

**CAPITULO III.-**

**VOZ SOBRE IP**

## CAPÍTULO III. VOZ SOBRE IP

### III.1 INTRODUCCIÓN.-

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. La Voz sobre IP, también conocida como VoIP o Voice over IP, es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos. Lo que posibilita desarrollar una única red que se encargue de transmitir todo tipo de información, ya sea vocal o de datos.

Las funciones básicas que debe realizar un sistema de voz sobre IP son:

- Digitalización de la voz
- Encapsulamiento de la voz
- Enrutamiento de los paquetes

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas vocales a través de una red IP dependen en gran medida del tipo de terminal que se utiliza en ambos extremos de la conversación. Estos pueden ser terminales IP o no IP. Entre los primeros está el teléfono IP, una PC multimedia, un fax IP, etc.; entre los segundos está un teléfono convencional, un fax convencional.

Las terminales IP son capaces de entregar a su salida la conversación telefónica en formato de paquetes IP, además de ser parte de la propia red IP, mientras que las terminales no IP no son parte de la red IP, por lo que necesitan de un dispositivo intermedio que transforme las señales de voz en paquetes de datos antes de conectarlos a la red IP de transporte.

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

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar, que puede ser obtenida desde un micrófono conectado a la tarjeta de sonido de la PC o bien desde un teléfono común, en paquetes de datos comprimidos y digitalizados que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales.

Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse sobre las redes colocando sobre ellas las prioridades que serán tomadas en cuenta para el enrutamiento, por los diferentes caminos a seguir. Para el envío de la voz se utiliza UDP, dado que las características de TCP son muy contraproducentes: al ser un tráfico *real time*, nos interesa que si hay algún retraso, desorden o pérdida de paquetes, la información no se retransmita. Debido a que en transmisión de voz es totalmente inútil la retransmisión de un paquete luego de un centenar de milisegundos y los retardos de varios cientos de milisegundos son inaceptables.

Para una correcta comprensión de los diferentes servicios que ofrece VoIP es importante definir los términos referentes a estos servicios:

- Telefonía.- Servicios de telecomunicación prestados sobre la Red Telefónica Conmutada, ya sea Red Telefónica Básica o Red Digital de Servicios Integrados, a excepción de comunicación de datos.
- Voz en Internet.- Servicios de telefonía prestados sobre la red pública global formada por la interconexión de redes de conmutación de paquetes basadas en IP.
- Voz sobre IP o VoIP.- Servicios de telefonía prestados sobre redes IP privadas sin interconexión a la Red Telefónica Conmutada.
- Telefonía IP.- Servicios de telefonía prestados sobre Redes IP privadas en interconexión con la Red Telefónica Conmutada.
- Voz sobre Frame Relay o VoFR.- Servicios de telefonía prestados sobre redes soportadas por circuitos Frame Relay, orientados a la transmisión de datos.
- Voz sobre ATM28 o VoATM.- Servicios de telefonía prestados sobre redes ATM donde existe posibilidad de ofrecer una calidad de servicio, conocida también como QoS.
- Multimedia sobre IP o MoIP.- Servicios multimedia como: vídeo, audio, imagen, etc. prestados sobre redes IP
- Fax sobre IP o FoIP.- Servicios de transmisión de fax prestados sobre redes IP.
- XoIP.- En términos globales “todo sobre IP”. Se trata de sustituir X por aquella letra que identifique cualquier servicio sobre redes IP (F = fax, M = multimedia, V = voz, D = data, etc).

## III.2 PROTOCOLOS.-

### III.2.1 Estándar H.323.-

La Recomendación H.323 cubre los requerimientos técnicos para los servicios de comunicaciones entre Redes Basadas en Paquetes, que pueden, o no proporcionar calidad de servicio, QoS. Estas redes de paquetes pueden incluir Redes de Área Local, Redes WAN, Intra-Networks. También incluye conexiones telefónicas o punto a punto sobre PSTN o ISDN<sup>29</sup> que usan debajo un transporte basado en paquetes como PPP<sup>30</sup>. Esas redes pueden

<sup>28</sup> Asynchronous Transfer Mode

<sup>29</sup> Red Digital de Servicios Integrados, por sus siglas en inglés.

<sup>30</sup> Protocolo punto a punto.

consistir de un segmento de red sencillo, o pueden tener topologías complejas que pueden incorporar muchos segmentos de red interconectados por otros enlaces de comunicación.

Tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y a la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia, mejor conocidos como DTMF.

Como logros principales de la recomendación H.323 podemos señalar:

- La estandarización de los protocolos permite a los diversos fabricantes evolucionar en conjunto.
- Los usuarios no deben preocuparse sobre las posibilidades de su interlocutor, existiendo una negociación de las capacidades de cada punto de la línea.
- Debido a su apoyo sobre IP es independiente del tipo de red física que lo soporta, permitiendo la integración con las grandes redes IP actuales.
- Por su propia estructura, es independiente del hardware, si bien permite ser implementado en las computadoras actuales, también se desarrolla hardware específico como Teléfonos IP y consolas de videoconferencia.
- Otra característica importante es el control de tráfico que se puede realizar dentro de la red, de esta forma no deben producirse caídas importantes de rendimiento en las redes de datos.
- La negociación previa permite conectar terminales de muy diversas características, como pueden ser teléfonos de voz, consolas de videoconferencia, ordenadores, etc.

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

- Direccionamiento:
  - RAS o Registration, Admission and Status.- Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.
  - DNS o Domain Name Service.- Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.
- Señalización:
  - Q.931.- Señalización inicial de llamada.
  - H.225.- Control de llamada: señalización, registro y admisión, y *paquetización* / sincronización del flujo de voz.
  - H.245.- Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para flujo de voz.
- Compresión de voz:
  - Requeridos.- G.711 y G.723.
  - Opcionales.- G.728, G.729 y G.722.

- Transmisión de voz:
  - UDP.- La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
  - RTP o Real Time Protocol.- Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.
- Control de la transmisión:
  - RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

### Pilas de Protocolos en el Estándar VoIP

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

#### a) Componentes del estándar H.323.-

La recomendación describe los componentes de un sistema H.323, estos son: Terminales, Gateways, Gatekeepers, Controladores Multipunto o MC, Procesadores Multipunto o MP y Unidades de Control Multipunto o MCU.

- Terminales: Las terminales son puntos finales de la comunicación que proporcionan comunicación en tiempo real bidireccional, es decir son los sustitutos de los actuales teléfonos; pueden ser una PC o cualquier equipo que soporte audio y opcionalmente video y datos.

El funcionamiento de todo terminal debe incluir el tratamiento necesario de la señal para su envío por la red de datos. Para permitir que cualquier terminal interopere con otras se define que todas tienen que tener un mínimo denominador que es, soportar voz y con un codec G.711<sup>31</sup>. De esta manera el soporte para video y datos es opcional para un terminal H.323.

<sup>31</sup> Códec de compresión de voz que utiliza modulación por codificación de pulsos, PCM, usado en videoconferencias, que comprime la voz a 64 Kbps.

Todas las terminales deben soportar H.245<sup>32</sup>, el cual es usado para negociar el uso del canal y las capacidades. Otros tres componentes requeridos son: Q.931 para señalización de llamada y configuración de llamada, un componente llamado RAS (Registrantion/Admisión/Status), este es un protocolo usado para comunicar con el Gatekeeper; y soporte para RTP/RTCP<sup>33</sup> para secuenciar paquetes de audio y video. Otros componentes opcionales de los terminales H.323 son: los codecs de video, los protocolos T.120 para datos y las capacidades de las unidades de control multipunto.

Existen principalmente dos tendencias en este tipo de elementos, terminales hardware y terminales software. Tanto la apariencia, como la funcionalidad de cara al usuario de los terminales hardware es igual a los teléfonos actuales. Esto permite eliminar la desconfianza inicial que puede producir el cambio. Por otro lado los terminales software ejecutándose en una PC puede producir un mayor rechazo inicial en el usuario, pero las capacidades del software pueden ser muy superiores.

Las soluciones software existentes son de muy diversos tipos. Una terminal software, sin un incremento en el costo importante, puede ofrecer al usuario las siguientes características:

- Agenda compartida y personal enlazada a sistemas estándar como por ejemplo LDAP<sup>34</sup>.
  - Buzón de voz con características de programación muy superiores a las actuales.
  - Manejo remoto del propio equipo con realización de tareas automáticas.
  - Organizador de llamadas.
  - Remarcado automático.
  - Funciones de reconocimiento de voz.
- Gateways: El Gateway o pasarela es un elemento opcional de una conferencia H.323. Es necesario solo si se necesita comunicar con una terminal que está en otra red, por ejemplo la red telefónica conmutada, siendo éste el enlace con dicha red. Los Gateways proporcionan muchos servicios, el más común es la traducción entre formatos de transmisión; por ejemplo H.225.0<sup>35</sup> a H.22,1 y entre procedimientos de comunicación, por ejemplo H.245<sup>32</sup> a H.242<sup>36</sup>. Conecta dos redes similares y además traduce entre los codecs de video y audio usados en ambas redes y procesa la configuración de la llamada y limpieza de ambos lados de la comunicación. Todo esto lo realizan operando en la capa 3 del modelo de referencia OSI.

---

<sup>32</sup> Protocolo de control para comunicaciones multimedia. Describe los mensajes y procedimientos utilizados para abrir y cerrar canales lógicos para audio, video y datos, capacidad de intercambio, control e indicaciones.

<sup>33</sup> Son protocolos de nivel de transporte utilizados para la transmisión de información en tiempo real como por ejemplo audio y video en una video-conferencia.

<sup>34</sup> Lightweight Directory Access Protocol, Protocolo de internet que el email y otros programas usan para buscar información de un servidor.

<sup>35</sup> Protocolo utilizado para describir la señal de llamada, el medio (audio y video), el empaquetamiento de las tramas, la sincronización de tramas de medio y los formatos de los mensajes de control.

<sup>36</sup> Protocolo usado para el establecimiento, mantenimiento, y destrucción de los canales de audio sobre H.323.

Las principales aplicaciones de los Gateways son:

- Establecer enlaces con terminales telefónicos analógicos conectados a la Red Telefónica Conmutada.
- Establecer enlaces con terminales remotos que cumple H.320<sup>37</sup> sobre redes digitales de servicios integrados basadas en circuitos conmutados.
- Establecer enlaces con terminales remotos que cumple H.324 sobre la red telefónica conmutada.
- Digitalizar, codificar, comprimir y empaquetar las llamadas de voz para ser transmitidas.
- Descomprimir, Decodificar, Ensamblar las llamadas de voz que recibe desde otro gateway externo.

El Gateway es un tipo particular de terminal y es una entidad que tiene una dirección. Muchas funciones del Gateway son dejadas al diseñador. Por ejemplo, el número de terminales H.323 que pueden comunicar a través del Gateway no es asunto de estandarización. De la misma manera el número de conexiones con la Central móvil, el número de conferencias individuales soportadas, las funciones de conversión de audio/video/datos, y la inclusión de funciones multipuntos son dejadas al diseñador.

Podemos considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene un interface LAN y por el otro dispone de una o varias de las siguientes interfaces:

- FXO. Para conexión a extensiones de centrales ó a la red telefónica básica.
  - FXS. Para conexión a enlaces de centrales o a teléfonos analógicos.
  - E&M. Para conexión específica a centrales.
  - BRI. Acceso básico ISDN (2B+D)
  - PRI. Acceso primario ISDN (30B+D)
  - G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centrales a 2 Mbps.
- *Gatekeepers*: Son un elemento opcional en la comunicación entre terminales H.323. No obstante, son el elemento más importante de una red H.323. Son el punto central de todas las llamadas dentro de una zona y proporcionan servicios a los terminales registrados y control de las llamadas, son el sustituto de las actuales centrales telefónicas. El gatekeeper H.323 actúa como un conmutador virtual.

Los Gatekeepers proporcionan dos importantes funciones de control de llamada:

- Traducción de direcciones desde alias de la red H.323 a direcciones IP o IPX, tal y como está especificado en RAS<sup>38</sup>.
- Gestión de ancho de banda, también especificado en RAS.

A la colección de todas las Terminales, Gateways y Unidades de control multipunto gestionados por un gatekeeper se la conoce como Zona H.323.

---

<sup>37</sup> Protocolo para videoconferencia que especifica como los dos canales B en el servicio de ISDN deben de ser agrupados para ofrecer un canal de video de 128 Kbps.

<sup>38</sup> Es un protocolo para la comunicación entre puntos finales (terminals o gateways) y gatekeepers. Es usado para realizar el registro, el control de acceso, los cambios en el ancho de banda, el status y la terminación de procedimientos entre los puntos finales y los gatekeepers.

El Gatekeeper proporciona los siguientes servicios adicionales:

- Address Translation, Conversión de dirección, o NAT: Traducción de una dirección del alias a la dirección de transporte. Se hace esto usando la tabla de la traducción que es actualizada con los mensajes del registro.
- Admissions Control, o Control de Admisión: El Gatekeeper puede conceder o negar el acceso basado en la autorización de la llamada, las direcciones de fuente y destino, uso del ancho de banda o algunos otros criterios.
- Call signaling, Señalización de llamada: El gatekeeper puede ordenar, aprender y conocer los puntos finales para conectar la llamada.
- Call Authorization, Autorización de llamadas: El gatekeeper junto con el gateway puede restringir las llamadas a ciertos números dentro de la red y, si es necesario, hacer la marcación más versátil, por ejemplo en casos de llamadas de emergencias.

Debido a que una Zona está definida por su Gatekeeper, las entidad H.323 que contengan un Gatekeeper interno necesitan de un mecanismo para desactivar su funcionamiento cuando hay varias entidades H.323 que contiene un Gatekeeper dentro de la red, las entidades pueden ser configuradas para estar en la misma Zona.

Existen dos formas para que un terminal se registre en un gatekeeper, sabiendo su ip y enviando entonces un mensaje de registro unicast a esta dirección o bien enviando un mensaje multicast de descubrimiento del gatekeeper que pregunta por su gatekeeper.

Toda terminal antes de realizar una llamada, debe consultar con el gatekeeper si ésta es posible. Una vez obtenido permiso, el gatekeeper es quien realiza la traducción entre el identificador de usuario destino y la dirección IP equivalente. Establecida la comunicación entre los terminales, el gatekeeper no necesita intervenir, con lo que la carga del sistema se reparte entre las terminales.

Todo este proceso se inicia con el registro de las diversas terminales durante la iniciación de estos. De esta forma no se tiene ningún problema de movilidad de los diversos puestos y usuarios. Incluso las distintas terminales pueden obtener direcciones dinámicas mediante DHCP<sup>39</sup>. Este registro permite realizar la traducción antes señalada entre los identificadores de usuario y su localización física de forma automática.

- Multipoint Control Units o MCU: Provee soporte para conferencias de tres o más terminales H.323, todos los terminales implicados en la conferencia establecen conexión con el MCU. Sus funciones son: Realizar la negociación de los términos entre los terminales sobre la utilización de coder/decoder.

---

<sup>39</sup> Protocolo de red en el que un servidor provee los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red informática que los requieran, además incluye un mecanismo de asignación de direcciones de IP.

La unidad de control multipunto es requerida para controlar el acceso de múltiples usuarios a una videoconferencia y no es necesaria en un sistema simple de VoIP.

En terminología H.323, el MCU se compone de: Controlador Multipunto o MC, que es obligatorio, y cero o más Procesadores Multipunto o MP.

- *Controlador Multipunto o MC:* Gestiona las negociaciones H.245<sup>32</sup> entre todas las terminales para determinar las capacidades comunes para el procesamiento de audio y video. El MC también controla los recursos de la conferencia para determinar cuales de los flujos, si hay alguno, serán multicast. Las capacidades son enviadas por el MC a todos los extremos en la conferencia indicando los modos en los que pueden transmitir. El conjunto de capacidades puede variar como resultado de la incorporación o salida de terminales de la conferencia. El MC no trata directamente con ningún flujo de datos, audio o video. Esto se lo deja al MP.
- *Procesadores Multipunto o MP:* El MP recibe flujos de audio, video o datos desde los extremos, estos pueden estar involucrados en una conferencia centralizada, descentralizada o híbrida. El MP procesa esos flujos y los devuelve a los extremos.

Las capacidades del MC y MP pueden estar implementadas en un componente dedicado o ser parte de otros componentes H.323, en concreto puede ser parte de un Gatekeeper, un Gateway, un terminal o una Unidad de control multipunto.

### III.2.2 SIP.-

SIP son las siglas en inglés del Protocolo para Inicio de Sesión, es un estándar desarrollado por el IETF, Internet Engineering Task Force. SIP es un Protocolo de señalización que se utiliza para iniciar sesiones interactivas multimedia entre usuarios de redes IP.

El inicio de la sesión, cambio o término de la misma, son independientes del tipo de medio o aplicación que se estará usando en la llamada; una sesión puede incluir varios tipos de datos, incluyendo audio, video y muchos otros formatos. SIP integra contenido diverso administrando la sesión. SIP se ha reconocido rápidamente como estándar para comunicaciones integrales y aplicaciones que usan la presencia, es decir, la atención que una aplicación da a la ubicación y disponibilidad de un usuario.

#### a) **Arquitectura SIP.-**

Los principales componentes de la arquitectura SIP son:

- *Agente de Usuario SIP.-* El Agente de Usuario es el software SIP en el punto terminal o estación terminal. Funciona como un cliente cuando hace las peticiones de inicio de sesión, y también actúa como un servidor cuando responde a las peticiones de sesión. Por tanto, la arquitectura básica es de naturaleza cliente/servidor. El Agente de Usuario almacena y administra el estado de la llamada.

El Agente de Usuario establece las llamadas usando una dirección parecida a las de correo electrónico, o un número telefónico. Por ejemplo:

SIP: usuario@servidor.universidad.edu.

Esto hace que los URL de SIP sean fáciles de asociar con la dirección de correo electrónico del usuario. Los siguientes elementos dan funcionalidades y niveles de administración extra al esquema SIP.

- *Servidor SIP.-*

- *Servidor Proxy SIP.-*

Un tipo de servidor intermedio SIP que actúa tanto como servidor y cliente es el Servidor Proxy SIP. Los Servidores Proxy reenvían peticiones desde el Agente de Usuario hacia el siguiente Servidor SIP, y retienen la información por cuestiones de contabilidad o facturación.

Adicionalmente, el Servidor Proxy SIP puede operar en forma constante o dependiente de la conexión. El Servidor constante SIP puede dirigir las llamadas entrantes hacia diversas extensiones que están activas a la vez y la primera en responder tomará la llamada. Esta capacidad significa que se puede especificar el teléfono SIP en el escritorio, el teléfono móvil SIP y la aplicación de videoconferencia en casa de tipo SIP y todos esos aparatos sonarían cuando llegue una llamada que está tratando de localizar al usuario, de tal forma que al contestar en cualquiera de esos medios se inicia la conversación y los otros dispositivos dejan de sonar. Los Servidores Proxy SIP pueden usar varios métodos para intentar resolver la dirección destino solicitada, incluyendo búsquedas en el DNS, en bases de datos o relevando la labor hacia el siguiente Servidor Proxy.

Las principales ventajas de los servidores Proxy son: ayudar a enrutar las peticiones hacia la localización actual del usuario, autenticar y autorizar usuarios para darles servicio, posibilitar la implementación de políticas de enrutamiento de llamadas, y aportar capacidades añadidas al usuario.

Existen 2 tipos de Servidores Proxy: El Outbound Proxy, y el Inbound Proxy. El Inbound Proxy permite independizar al usuario del dispositivo que utiliza y de su localización; El Outbound Proxy simplifica la administración de los usuarios de un dominio, aplica políticas, etc. Un mismo servidor puede funcionar como Proxy entrante y saliente de un dominio

- *Servidor de Redireccionamiento SIP*

Un segundo tipo de servidor intermedio SIP es el Servidor de Redireccionamiento. El papel de estos servidores es responder a la resolución de nombres y la ubicación del usuario. El Servidor de Redireccionamiento responde a las peticiones de los Agentes de Usuario proporcionando la información acerca de la dirección del servidor requerido, de tal forma que el cliente puede contactar la dirección puntualmente.

- *Registro SIP*.- El Registro SIP da un servicio de información de ubicación; recibe información del Agente de Usuario y la almacena para proporcionarla a otros Agentes de Usuario.

La arquitectura SIP usa el Protocolo para Descripción de Sesión, SDP. SDP fue una herramienta inicial para la conferencia en multidifusión de IP desarrollada para describir sesiones de audio, video y multimedia. La descripción de sesión se puede usar para negociar los tipos de medios compatibles.

Como resultado de esta arquitectura, la dirección SIP del usuario remoto siempre es la misma, por ejemplo: *sip:usuario@servidor.universidad.edu*, pero en lugar de estar vinculada a una dirección estática se comporta como una dinámica que refleja la ubicación de usuario actualmente. La combinación de Servidores Proxy y de Redireccionamiento SIP da al protocolo una arquitectura flexible; el usuario puede emplear varios esquemas, simultáneamente, para localizar a los usuarios y es lo que convierte a la arquitectura SIP en algo ideal para la movilidad. Aún cuando es usuario remoto está en un dispositivo móvil, el Servidor Proxy y el de Redireccionamiento pueden reenviar la petición de conexión al lugar en donde se encuentra el usuario. Las sesiones pueden incluir a varios participantes. Las comunicaciones dentro de una sesión de grupo pueden ser vía multidifusión o una malla de conexiones unidifusión, o una combinación de ambas.

*La Arquitectura SIP soporta nuevos tipos de servicios.*

- Cierta tipo de “reenvío de llamada”.- permite a los usuarios especificar donde están y las llamadas entrantes serán reenviadas ahí o se puede elegir el reenvío hacia el “correo de voz” o cualquier máquina contestadora
- Los participantes en una llamada pueden controlar el enlace.- esto permite que uno o más personas decidan incluir a otro individuo o cancelar una conexión en la llamada.
- Posibilidad de responder a una llamada con un tipo de medio distinto.- esto facilita, por ejemplo, que una secuencia de voz entrante sea respondida con una página Web.
- Información de “Presencia”.- El Agente de Usuario puede emplearse para indicar dónde está presente el usuario o ausente.

### **III.2.3 IAX (Internet Asterisk Exchange).-**

El protocolo IAX es un protocolo punto a punto propio de Asterisk<sup>40</sup>, creado por Mark Spencer para la señalización de VoIP en Asterisk. El protocolo crea sesiones internas y dichas sesiones pueden utilizar cualquier códec que pueda transmitir voz o vídeo. El IAX esencialmente provee control y transmisión de flujos de datos multimedia sobre redes IP. IAX es extremadamente flexible y puede ser utilizado con cualquier tipo de dato incluido vídeo. El protocolo IAX ahora se refiere generalmente al IAX2, la segunda versión del protocolo IAX. El protocolo original ha quedado obsoleto en favor de IAX2.

Las principales razones por las que se creó el protocolo IAX fueron para: minimizar el ancho de banda utilizado para el control y la transmisión de flujos de datos multimedia sobre redes IP, haciendo énfasis principalmente en llamadas IP; proveer un soporte nativo para NAT.

<sup>40</sup> Software de distribución libre que funciona como una central telefónica.

El diseño de IAX se basó en muchos estándares de transmisión de datos, incluido SIP, MGCP y RTP<sup>41</sup>. La estructura básica de IAX se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un simple puerto UDP entre dos sistemas.

IAX es un protocolo binario y está diseñado y organizado de manera que reduce la carga en flujos de datos de voz. El ancho de banda para algunas aplicaciones se sacrifica en favor del ancho de banda para VoIP.

#### a) Propiedades Básicas.-

IAX es robusto, lleno de novedades y muy simple en comparación con otros protocolos. Permite manejar una gran cantidad de *códecs* y un gran número de *streams*, lo que significa que puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de dato. Esta capacidad lo hace muy útil para realizar videoconferencias o realizar presentaciones remotas.

IAX2 utiliza un único puerto UDP, generalmente el 4569, para comunicaciones entre terminales VoIP, para señalización y datos. Es un protocolo en el cual el tráfico de voz es casi transparente a los cortafuegos y realmente eficaz para trabajar dentro de redes internas.

IAX2 soporta *Trunking*<sup>42</sup>, donde un simple enlace permite enviar datos y señalización por múltiples canales. Cuando se realiza *Trunking*, los datos de múltiples llamadas son manejados en un único conjunto de paquetes, lo que significa que un datagrama IP puede entregar información para más llamadas sin crear latencia adicional. Esto es una gran ventaja para los usuarios de VoIP, donde las cabeceras IP son un gran porcentaje del ancho de banda utilizado.

### III.3 EL ESTÁNDAR VOIP.-

El estándar VoIP fue definido en 1996 por la ITU<sup>43</sup> y proporciona a los diversos fabricantes una serie de normas con el fin de que puedan evolucionar en conjunto. Debido a que el estándar H.323 del ITU-T ya cubría la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que éste fuera la base del VoIP.

Por su estructura el estándar proporciona las siguientes ventajas:

- Permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento de las redes de datos.
- Proporciona el enlace a la red telefónica tradicional.
- Al tratarse de una tecnología soportada en IP presenta las siguientes ventajas adicionales:

---

<sup>41</sup> Real-time Transfer Protocol.

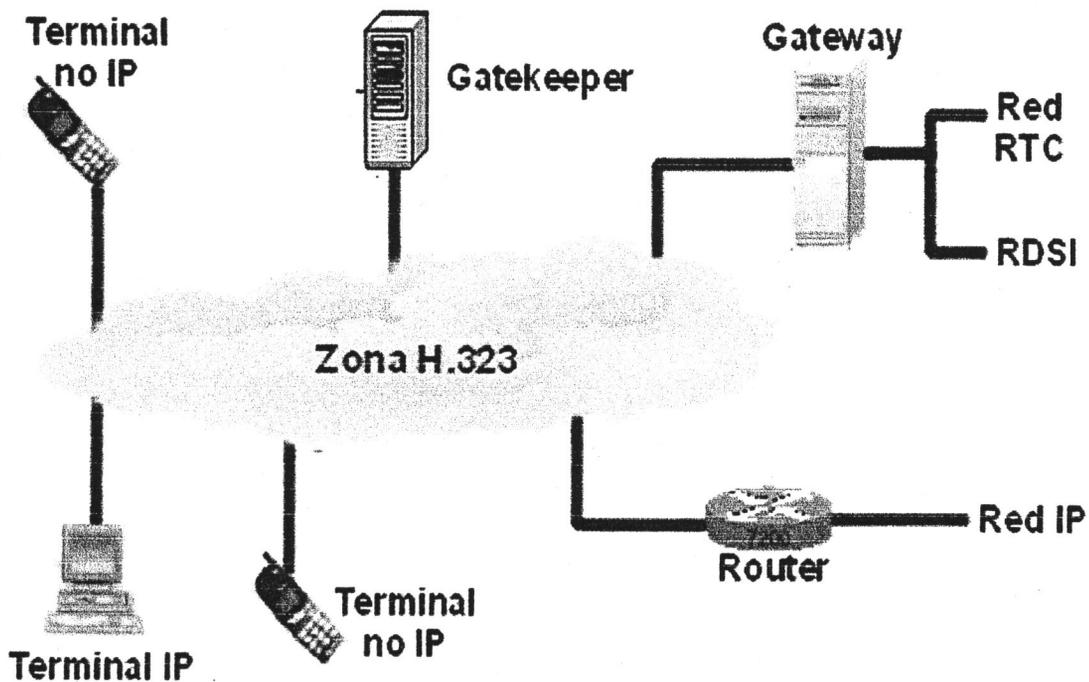
<sup>42</sup> Función para conectar dos switches, routers o servidores, mediante 2 cables en paralelo en modo Full-Duplex. Consiguiendo un ancho de banda del doble para la comunicación entre los switches.

<sup>43</sup> International Telecommunications Union.

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

### III.3.1 Arquitectura De Red.-

La arquitectura del estándar VoIP comparte elementos con el protocolo H.323, debido a que éste último es la base del estándar VoIP. Los elementos fundamentales para un sistema de VoIP básico son: terminales, gateways y gatekeepers; y con estos tres elementos la estructura de la red quedaría como muestra la figura siguiente:



**PSTN.- Red Telefónica conmutada**

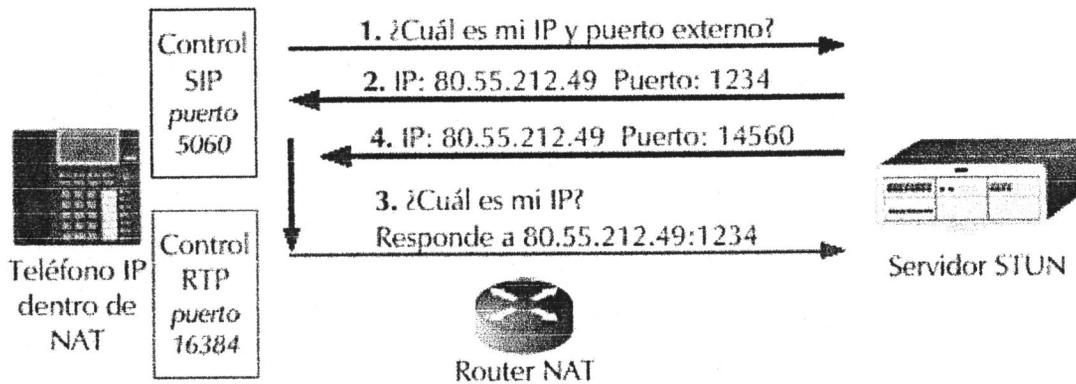
**ISDN.- Red Digital de Servicios Integrados**

El Gateway sirve de enlace entre la PSTN/ ISDN y la zona H.323, VoIP. A su vez existe un Gatekeeper que realiza el control de llamadas y la gestión del sistema de direccionamiento. El router permitiría enlazar con otras redes H.323 sin necesidad de utilizar la Red telefónica conmutada, resultando todas las llamadas a zonas H.323 totalmente gratuitas, con la ventaja de ahorro de costos que esto supone para las empresas. Los distintos elementos de un sistema VoIP pueden residir en plataformas físicas separada, se pueden encontrar varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway.

### a) Servidores STUN.-

Aunque no son una parte obligatoria dentro de la arquitectura de VoIP, se utilizan para facilitar la recepción de los datos de voz RTP (UDP). Para establecer comunicaciones, un cliente VoIP debe poder saber cómo su router maneja la información para poder atravesarlo correctamente en ambos sentidos. Pero esta consulta no la puede hacer desde adentro de la red ya que no puede obtener información de su propio router. Por ello se vale de servidores independientes llamados STUN. Para determinar que tipo de NAT, y que dirección IP pública tiene nuestro router, el cliente hace 4 consultas con distinto tipo de paquetes de datos a los servidores STUN. De acuerdo a cómo estas consultas son respondidas puede determinar el tipo de NAT y su dirección IP del router.

Dentro de los servidores STUN públicos se encuentran los siguientes: [stun.fwd.net](http://stun.fwd.net), [stun.xten.com](http://stun.xten.com), [stun.voipbuster.com](http://stun.voipbuster.com).



### III.3.2 Funcionamiento.-

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: Establecer la conexión entre las dos terminales de los usuarios, equipados con el mismo software o compatible, que desean comunicarse, es decir establecer una sesión IP; a partir de ahí se realiza la conversión de la señal de voz analógica a formato digital, digitalización de la voz, y compresión de la señal al protocolo de Internet para su transmisión. En recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

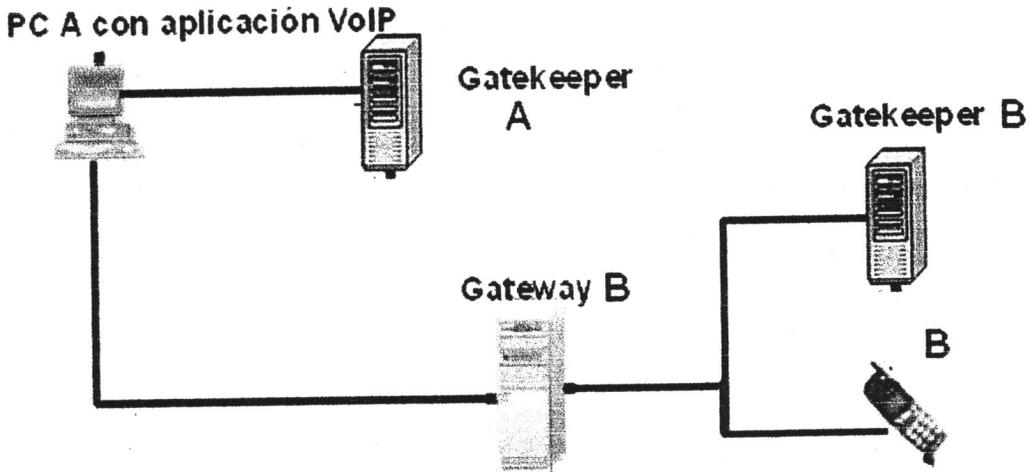
Cuando se hace una llamada telefónica por IP, la voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet a la persona con la que se está hablando. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.

Hay tres tipos de llamadas:

- PC a PC.
- PC a Teléfono.
- Teléfono a Teléfono.

Por tanto tenemos una comunicación de datos a través de una red IP, entre la computadora A y el Gateway de B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway que da servicio al teléfono B, Gateway B, y éste. Es decir, una llamada telefónica común, y una comunicación IP.

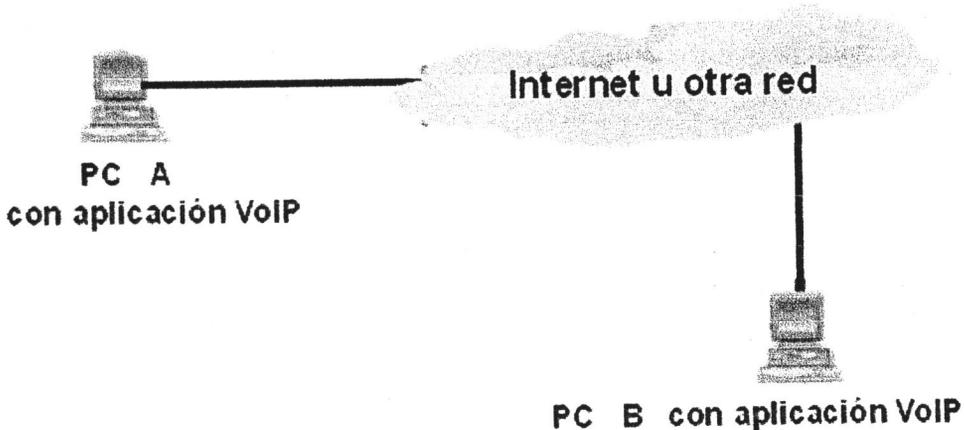
### DIAGRAMA DE UNA LLAMADA DE PC A TELEFONO



#### c) Llamadas PC A PC.-

En este caso ambas PCs sólo necesitan tener instalada la misma aplicación encargada de gestionar la llamada telefónica, y estar conectados a la Red IP, Internet generalmente, para poder efectuar una llamada IP. Es como cualquier otra aplicación Internet, por ejemplo un chat.

### DIAGRAMA DE UNA LLAMADA DE PC A PC



### **III.4 APLICACIONES.-**

Una de los valores añadidos que tiene el estándar VoIP es la serie de aplicaciones que se pueden implementar en el sistema y que producen de forma inmediata un ahorro de costos muy significativo. Entre las aplicaciones que se pueden implementar se encuentran:

#### **III.4.1 Centros De Llamadas o Call centers.-**

Los centros de llamadas pueden usar la Telefonía IP, mejorando la calidad de la información intercambiada en cada sesión. Por ejemplo un usuario podría navegar por información on-line, antes de realizar la consulta a un operador. Una vez en comunicación con el operador, se podría trabajar con un documento compartido a través de la pantalla. De esta forma se consigue sistemas de una gran calidad en el servicio a ofrecer, además de reducir de forma considerable el costo de líneas telefónicas y de Distribuidores Automáticos de Llamadas, también conocidos como ACD.

#### **III.4.2 Redes Privadas virtuales de Voz.-**

Esta aplicación consiste en la interconexión de las centrales telefónicas a través de la red IP corporativa, de manera que se puede realizar una llamada desde una extensión de la oficina A a otra extensión de la oficina B a través de la red de datos de la empresa, produciéndose esta llamada de forma muy económica ya que se aprovecha la infraestructura de datos ya existente. Un ejemplo claro de este servicio serían los bancos y su red de oficinas.

#### **III.4.3 Centros de llamadas por el WEB.-**

Si una compañía tiene su información disponible en un Web en Internet, los usuarios que visitan este Web podrían no solo visualizar la información que esta compañía les ofrece, sino que podría establecer una comunicación con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión. De esta manera el operador de ventas cuando atienda la llamada tendrá en su pantalla la misma información que esta viendo el usuario. Esta aplicación tiene las siguientes ventajas:

- Al ser la llamada a través de Internet, para el usuario no tiene costo adicional, aprovecha la llamada telefónica que tenía establecida para la comunicación de datos, para mantener también la comunicación de voz, esto permite tener a la empresa un servicio similar al de las líneas 900.
- El usuario puede mantenerse on-line mientras habla con un operador de ventas.
- El cliente trata con operadores humanos, que le podrán asesorar, esta característica mejorará sin lugar a duda el resultado de un sistema de comercio electrónico.
- El operador puede cerrar la venta de manera más fácil ya que el usuario es bastante reacio a dar los datos de su tarjeta de crédito en una pagina Web por temas de seguridad bien conocidos, sin embargo no tendrá ningún inconveniente de dar esos datos verbalmente al operador de ventas, teniendo el usuario plena garantía de que sus datos están a salvo.

### III.4.4 Aplicaciones de FAX.-

Al igual que se hace con la voz, cabe la posibilidad de realizar transmisiones de FAX sobre redes de Telefonía IP, consiguiendo de esta manera reducir de forma significativa los costos de una empresa en transmisión de fax. En este caso no es necesario para el usuario que recibe el fax de disponer de equipos especiales ya que los fax se seguirán recibiendo a través de una máquina de fax convencional. Una aplicación típica en este tema es el envío masivo de fax, ya que el usuario sólo enviará una copia del fax que desea enviar, así como la lista de números telefónicos de destino y el sistema se encargará de realizar todos los envíos enrutando los fax al punto desde donde la llamada de destino es más económica.

### III.4.5 Multiconferencia.-

La telefonía IP permite la conexión de 3 o más usuarios simultáneamente compartiendo las conversaciones de voz o incluso documentos sobre el que todos los miembros de la multiconferencia pueden participar en la revisión, esto resulta de gran utilidad para empresas que realicen reuniones virtuales, con los consiguientes ahorros de gastos que supone el desplazamiento de personas.

## III.5 CALIDAD DEL SERVICIO (QoS).-

Existen principalmente dos elementos que nos determinan esta calidad, el algoritmo de compresión utilizado y el retraso en la propagación de la señal.

Cuando el tráfico de red esta en niveles pico, la voz puede ser entregada como prioridad sobre los datos para asegurar la consistencia de la alta calidad de voz usando los Servicios de Diferencia<sup>44</sup> del protocolo de Servicio de Calidad<sup>45</sup>. Otras características tales como el envío de corrección de error, interpolación de frame dañado, latencia sintonizable, buffers dinámicos inestables, pueden aumentar más la calidad de voz.

En la propagación en todo el sistema se acumulan diversos retrasos producidos por diversos motivos. Primero interviene la necesidad de comprimir paquetes de un tamaño concreto. Realmente se produce un retraso por acumulación de la señal. En este orden hablamos de retrasos del orden de 30 ms. Posteriormente se producen retrasos en el tratamiento de la señal, aunque estos no deben sobrepasar el propio retraso de acumulación. Por último nos encontramos con el retraso propio de la red. Aquí interviene la propagación propia de la red, routers, etc.

Algunos parámetros tomados en cuenta para lograr una eficiente calidad son:

- *Retardo o Latencia:* Es el tiempo necesario para que la voz viaje de un extremo al otro, incluyen los tiempos necesarios para la compresión, transmisión y descompresión. Este tiempo tiende a minimizarse pero jamás podrá ser suprimido. Una vez establecidos los

<sup>44</sup> DiffServ o Differentiated Services.

<sup>45</sup> QoS o "Quality of Service"

retardos de procesamiento y los retardos de tránsito, la conversación se considera aceptable por debajo de los 150 ms.

- *Eco*: El eco es debido a una reflexión, habitualmente se debe a un desajuste de impedancias. La cancelación del eco es un requerimiento necesario para una comunicación a través de Telefonía IP, ya que con eco la comunicación se haría muy difícil.
- *Obtener QoS*: Las líneas de trabajo actuales de cara a conseguir Calidad de Servicio en una Transmisión IP, están basadas en:
  - *Supresión de silencios y VAD (voice activity detection)*: Establecer diferencia entre habla y silencio, no transmitir paquetes de silencio y generación de silencios al otro extremo.
  - *Compresión de cabeceras*: Asunción de los estándares RTP/RTCP.
    - RTP: Comprime cabeceras de 40 bytes a 4 bytes la mayor parte del tiempo sin resolver reserva de recursos o calidad de servicio garantizada
    - RTCP (Real-Time Control Protocol): proporciona realimentación sobre la calidad
  - *Reserva de Ancho de Banda*: Implementación del estándar RSVP, Protocolo de Reserva de Recursos, de la IETF<sup>46</sup>. RSVP incorpora reserva de ancho de banda y retardo además de establecer una lista de acceso dinámica de extremo a extremo. Sus principales deficiencias se establecen en que es una solución válida en redes pequeñas y en su deficiente autorización y autenticación. Además hay que tener en cuenta que las actuales infraestructuras no la tienen en cuenta.
  - *Priorizar*: existen diferentes tendencias tales como:
    - CQ (Custom Queuing): Asignación de un porcentaje del ancho de banda disponible
    - PQ (Priority Queuing): Establecer prioridad en las colas
    - WFQ (Weight Fair Queuing): Asignar prioridad al tráfico de menos carga.
    - DiffServ: definido en borrador por la IETF, evita tablas en routers intermedios y establece decisiones de rutas por paquete.
  - *Control de Congestión*: Uso del protocolo RED, Random Early Discard, técnica que fuerza descartes aleatorios.
  - *Uso de Ipv6*: Mayor espacio de direccionamiento y posibilidad de Ipv6 & Tunneling.

---

<sup>46</sup> Internet Engineering Task Force.

### III.5.1 Anchos de Banda.-

En el caso del ancho de banda, a más alto ancho de banda, mejor calidad de voz. VoIP no siempre necesita un conducto digital. Los estándares de compresión de voz como son usados para minimizar el ancho de banda requerido para la voz, aún en máxima compresión, la solución VoIP todavía proporcionará calidad de voz cercana a la de la red telefónica conmutada.

Voice Activity Detection, VAD, es un algoritmo que detecta la presencia o ausencia de voz en una comunicación. De esa forma, puede decidir si es necesario transmitir el sonido o ahorrar ancho de banda. La actividad de detección silencio supresión/voz es otra característica usada para maximizar los recursos de ancho de banda.

VAD Comfort Noise Generation, CNG, es un algoritmo que reproduce en forma local un sonido de fondo para que el usuario sepa que la comunicación sigue activa, en caso de que el algoritmo VAD decida que no hay voz en una comunicación y no envíe ningún sonido. VAD y CNG son complementarios y generalmente se usan en conjunto.

Cuando un paquete con información de voz es transmitido por Internet, distintos factores pueden hacer que nunca llegue a destino. Por lo general, un protocolo de capa 4 o superior detecta el faltante y hace que el paquete sea retransmitido. Como la voz sobre IP es una aplicación en tiempo real, si un paquete no llega a destino no hay tiempo para retransmitirlo. El algoritmo de Packet Loss Concealment permite recuperarse aun cuando un paquete nunca llego a destino.

Por lo general, las aplicaciones de voz sobre IP comprimen la voz en 30 paquetes por segundo. La pérdida de uno o dos paquetes no hace que la comunicación sea incomprensible. Según la complejidad del algoritmo de recuperación de paquetes, este puede reproducir el último sonido o calcular cuál sería el sonido correspondiente al paquete perdido.

La comunicación sobre la propia red de datos, nos obliga a compartir ancho de banda con todo el conjunto de aplicaciones que se ejecutan en nuestra red. Por ello es necesario disminuir en lo posible la saturación de la red y de esta forma asegurarnos de no producir un colapso de todas nuestras comunicaciones. Para ello se utilizan algoritmos de compresión, que, sin disminuir la calidad del sonido notablemente, si logra reducir drásticamente el ancho de banda utilizado. Existen distintas formas de codificar la voz. Por lo general, los Codecs utilizan compresión para poder reducir el ancho de banda requerido.

Un factor importante a tener en cuenta es que la compresión puede ocasionar retrasos en la comunicación, ya que requiere tiempo y poder de procesamiento. Algunos Codecs suenan mejor pero requieren mas ancho de banda y procesamiento. Otros, en cambio, tienen menor calidad pero son más rápidos.

La elección del codec debe equilibrar calidad de sonido, con el menor ancho de banda posible y en el menor tiempo. A continuación se presenta una tabla comparativa entre diversos codecs.

<b>CODEC</b>	<b>Ancho de banda requerido (kbps)</b>	<b>MOS</b>	<b>Retardo de compresión (ms)</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
G.729	8	3.92	10	Excelente relación entre ancho de banda requerido y calidad de sonido	No es gratuito. Se requiere una licencia.
G.711	64	4.1	0.75	Mejor calidad de sonido. Bajo retardo de procesamiento.	64 kbps en cada dirección. Muy costoso en términos de ancho de banda.
G.723	6.3	3.6	30	Muy alta compresión y buena calidad.	Requiere mucho poder de procesamiento. Se requiere una licencia.
G.728	16	3.61	3/5	Optimizado para teleconferencias o cuando hay ruido de fondos.	-

MOS, Mean Opinion Store, es un valor subjetivo donde un gran número de usuarios califican la calidad de sonido con respecto a un Codec en particular. El MOS es un valor estadístico donde 5 es excelente y 1 es pobre.

Otro factor a tener en cuenta es el hardware. Si se utiliza un Softphone, programa de telefonía que corre bajo una PC, el retardo de codificación y compresión puede ser importante si hay otros programas que estén compitiendo por los recursos de la maquina. En cambio, el hardware especializado para voz sobre IP posee un procesador independiente y especializado para codificar la voz.

### III.6 COMPARACIÓN ENTRE VOIP Y LA TELEFONIA CLASICA.-

La telefonía sobre Internet o Voz sobre IP, es más económica que la convencional porque el sistema de encaminamiento y conmutación es más eficiente que el de las grandes centrales telefónicas, que necesitan un circuito por cada conversación, mientras que en IP la información se troza en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones multiplexadas sobre un único circuito físico. Una llamada telefónica normal requiere una enorme red de centrales telefónicas conectadas entre si mediante fibra óptica y satélites de telecomunicación, además de los cables que unen los teléfonos con las centrales. Las enormes inversiones necesarias para crear y mantener esa infraestructura se pagan al hacer uso de dichas instalaciones, especialmente llamadas de larga distancia.

La Multiplexación por División de Tiempo, TDM, es una de las diferencias esenciales entre la telefonía común y la de voz sobre IP, permitiendo tener una red predictiva y garantizar calidad. El sistema de multiplexación que utilizan las centrales telefónicas consiste en dividir el *stream* de datos en partes iguales de 64k (llamadas time-slots), de manera que los datos

correspondientes al primer abonado van en el primer time-slot, los correspondientes al segundo en el segundo, y así. Una vez establecida la comunicación está garantizado el ancho de banda necesario para poder hablar sin interrupciones. Esto es muy opuesto a lo que es IP. Ya que en esos enlaces es muy difícil garantizar que la calidad inicial se mantenga a lo largo de toda la conversación, puede pasar que haya paquetes que lleguen antes que otros, que se sature la conexión y muchos otros factores que afectan a la calidad final del audio.

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

La Telefonía Conmutada establece circuitos virtuales dedicados entre el origen y el destino y ahí la calidad es innegable y segura. Por el contrario la transmisión de voz sobre IP comparte el circuito y el ancho de banda con los datos y los paquetes pueden atravesar multitud de nodos antes de llegar a su destino lo que supone lógicas deficiencias en la transmisión de paquetes de voz.

Cuando se establece una llamada tenemos un circuito dedicado, con un exceso de capacidad que realmente no estamos utilizando. Por contra, en una llamada telefónica IP se comprime la señal de voz y se utiliza la red de paquetes sólo cuando es necesario. Los paquetes de datos de diferentes llamadas, e incluso de diferentes tipos de datos, pueden viajar por la misma línea al mismo tiempo.

### **III.6.1 Características De La Red Telefónica Conmutada.-**

Las principales características de la telefonía común son:

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

### **III.6.2 Características De VoIP.-**

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

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

### **III.6.3 Ventajas y Desventajas De Los Servicios IP.-**

Los servicios de VoIP presentan una multitud de ventajas en todos los aspectos. Dentro del entorno empresarial se pueden enumerar los siguientes beneficios que aporta:

- Amplia reducción en los costos de la factura telefónica. Los costos de todo tipo de llamadas se equiparán al de una llamada local de forma que la reducción en los costos del tráfico de voz será muy significativo.
- Nuevas posibilidades de marketing directo y potenciación del servicio de atención al cliente. Podrán implantar la filosofía "Push 2 Talk" que consiste en un icono situado en una página Web a través del cual un navegante podrá dialogar con personal especializado de la compañía mientras continúa navegando por la red.
- Potenciación del teletrabajo y de los teletrabajadores. Con una única conexión se podrá acceder a aplicaciones corporativas, al correo vocal, atender llamadas o buscar información sobre nuevos proyectos.

Dentro del entorno enfocado a los usuarios finales, los nuevos servicios de VoIP no sólo permitirán atender llamadas de forma simultánea sino que además permitirán conocer al usuario quien le llama y de esa forma admitir y rechazar llamadas e incluso desviarlas.

Para los proveedores de servicios, VoIP va a ser una campaña comercial que ofrecerá un abanico inmenso de nuevas mejoras en los servicios prestados por éstas a sus usuarios. Un ejemplo claro es la nueva vertiente estadounidense denominada Internet Telephony Service Providers (ITSPs) quienes ya ofrecen todo tipo de servicios a través de redes IP.

En resumen las ventajas principales ofrecidas por VoIP son:

- Integración de la voz, sobre una INTRANET ya establecida, como un servicio más de la red, tal como otros servicios informáticos.
- Las redes IP son la red estándar universal para la Internet, Intranets y extranets.
- Interoperabilidad de diversos proveedores
- Uso de las redes de datos existentes
- No paga SLM ni Larga Distancia en sus llamadas sobre IP.

## **III.7 ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN.-**

### **III.7.1 PtP-PBX (Point to Point - PBX).-**

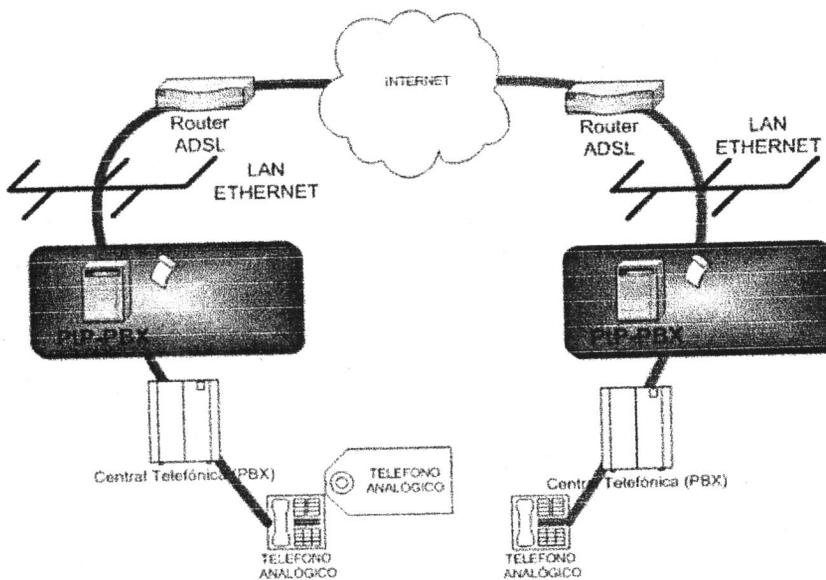
El PtP-PBX, es un sistema desarrollado para unir telefónicamente dos centrales telefónicas a través de una canal de audio comprimido. De esta forma podemos hacer llamadas sin pasar por la red telefónica ahorrando el producto de esta llamada. Los requerimientos para esta implementación básicamente son:

La instalación de una tarjeta adaptadora.

Un software que hace la conversión digital-analógica y analógica-digital.

- El servicio de señalización para el encaminamiento de la llamada.

El protocolo utilizado es del tipo propietario, para así optimizar al máximo el rendimiento del servicio.



#### a) Asterisk.-

Asterisk es un software libre de IP PBX que permite la instalación de una central telefónica para la telefonía y la voz sobre IP. Igualmente ofrece la posibilidad de interconectar la red de telefonía sobre IP con la red de telefonía clásica gracias a las pasarelas PSTN o ISDN. Las soluciones de telefonía basadas en Asterisk ofrecen, no solamente las funcionalidades clásicas de una central telefónica, sino también unas funcionalidades avanzadas que son posibles gracias a la integración de la telefonía y la informática, algunas de estas funciones son:

- VoiceMail
- Conferencias telefónicas a más de dos
- Llamada en espera, transferencias
- Búsqueda en la base de datos
- Grabación de los parámetros de las llamadas

Los principales servicios integrados en Asterisk comprenden:

- Protección mediante una contraseña.
- Grabación de mensajes por defecto y de mensajes personalizados.
- Mensajes diferenciados dependiendo de si su PC está ocupado o de si usted no responde.
- Notificación por e-mail de Voice mails recibidos.
- Indicadores visuales y sonoros de mensajes en espera de consulta.
- Conferencia telefónica con un número ilimitado de participantes.
- Servidor vocal.

Gracias al protocolo Inter Asterisk Exchange (IAX), Asterisk permite desplegar pasarelas de interconexión hacia la telefonía clásica así como hacia otros protocolos de telefonía en IP.

Hacia los otros protocolos de VoIP:

- H.323.
- Media Gateway Control Protocol (MGCP).

Hacia la telefonía clásica:

- Robbed Bit Signaling Types
- FXS Y FXO
- Loopstart
- Groundstart
- Kewlstart
- E&M
- E&M Wink
- Feature Group D

Hacia la telefonía ISDN:

- 4ESS
- Lucent 5E
- DMS100
- National ISDN2
- EuroISDN
- BRI (ISDN4Linux)

Los Codecs soportados por Asterisk :

- GSM
- G.729
- Mu-Law
- A-Law
- G.726
- ILBC
- LPC-10
- MP3 (descodificación únicamente)

En función de las diferentes necesidades se pueden diseñar tres tipos de arquitecturas:

- De uso personal
- SOHO (Small Office / Home Office)
- Redes telefónicas para las pequeñas y medianas empresas así como para compañías internacionales.

#### **b) Skype.-**

Skype es una red de telefonía entre pares por Internet. El código y protocolo de Skype permanecen cerrados y propietarios, pero los usuarios interesados pueden descargar gratuitamente la aplicación del sitio oficial. Los usuarios de Skype pueden hablar entre ellos gratuitamente. La aplicación también incluye una característica denominada SkypeOut que

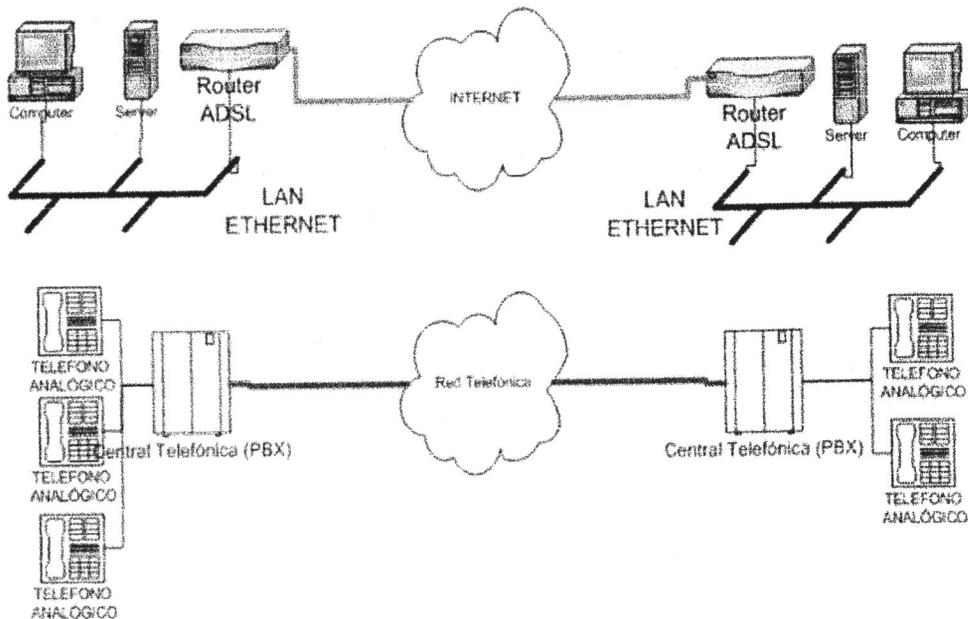
permite a los usuarios llamar a teléfonos convencionales, cobrándoseles diversas tarifas según el país de destino. Otra opción que brinda Skype es SkypeIn, gracias al cual te otorgan un número de teléfono para que desde un aparato telefónico en cualquier parte del mundo puedan contactarte a tu computadora. Además, dan un servicio de buzón de voz gratuito. La interfase de Skype es muy parecida a otros programas de mensajería instantánea tales como MSN Messenger o Yahoo! Messenger.

Skype utiliza un protocolo propietario. Su éxito reside en la gran compresión de este sin afectar prácticamente a la calidad de la transmisión de voz. Esto ha provocado que se hayan realizado diversos estudios sobre este protocolo para saber donde reside su éxito. Una de los problemas que tienen los protocolos de VoIP como SIP y H.323, es que suelen usar conexiones peer-to-peer mediante UDP, lo cual da muchos problemas a la hora de realizar NAT. Al día de hoy exista una solución que se llama STUN, varios clientes de VoIP como el cliente Jabber Google Talk y el cliente libre SIP OpenWengo funcionan bien con los NAT. El programa ha sido desarrollado en Pascal, usando Delphi y más tarde ha sido portado a Linux basándose en las librerías Qt.

Skype utiliza el algoritmo AES A 256-bit para encriptar la voz, la transferencia de archivos o un mensaje instantáneo. Para la versión de paga se utiliza el algoritmo RSA a 2048-bit para el acceso a voicemail y 1536-bit para la negociación a la hora de establecer la conexión. Para ello utilizan una llave simétrica lo cual permite evitar ataques man-in-the-middle.

### III.7.2 LineGate.-

Este tipo de soluciones se presenta para redes LAN ya existentes en donde los usuarios puedan acceder a la línea telefónica a través de un programa similar al Netmeeting. Es ideal para soluciones tipo SOHO<sup>47</sup>, en donde la distribución de los puestos de trabajo sea elevada.



<sup>47</sup> Small Office / Home Office.

### III.8 ASPECTO LEGAL EN MEXICO.-

En México aún no existe una legislación clara acerca del uso de voz sobre IP, aunque ya hay algunos organismos en México que han empezado a abordar el tema para lograr crear una legislación clara y concreta por el momento no existe una legislación para regular las actividades relacionadas con voz sobre IP. Ejemplo de estos organismos son la COFETEL<sup>48</sup>, la COFEMER<sup>49</sup>, el SCT<sup>50</sup> y la Comisión Federal de Competencia

Aunque no hay una ley que regule los servicios de voz sobre IP algunas empresas que prestan el servicio de Internet han incluido cláusulas referentes a este tema en las que si bien indican que no se emprendería acción legal, específica que se suspendería el servicio ofrecido por estas empresas hacia el usuario, como ejemplo se muestra un párrafo del contrato de Prodigy Infinitum referente a la VoIP.

"El CLIENTE no deberá realizar modificaciones al EQUIPO TERMINAL, ni tampoco deberá conectar al mismo ningún aparato y/o dispositivo diferente a los ACCESORIOS, sin el previo consentimiento por escrito de TELMEX. En caso de contravenir lo estipulado en el presente párrafo, el CLIENTE será responsable de los daños y perjuicios que resulten, sin perjuicio del derecho de TELMEX de rescindir el presente Contrato.

El CLIENTE se obliga a cumplir en todo momento con las disposiciones legales, reglamentarias y contractuales, que regulan la prestación de PRODIGY INFINITUM, quedando estrictamente prohibido al CLIENTE:

- (i.) la comercialización de PRODIGY INFINITUM;
- (ii.) el uso de aplicaciones que se comercialicen o que existan en el mercado que puedan afectar la calidad de PRODIGY INFINITUM, las cuales de manera enunciativa pero no limitativa se mencionan a continuación: cursar a través de PRODIGY INFINITUM VOZ SOBRE IP (VoIP), terminar, transportar o reoriginar tráfico público conmutado originado en otra ciudad o país, así como, realizar actividades de regreso de llamadas (Call-Back) y puenteo de llamadas (By-Pass) y
- (iii.) la conexión de PRODIGY INFINITUM por parte del CLIENTE con terceros que se ubiquen fuera del domicilio del CLIENTE, a través de cualquier tecnología que le permita al tercero hacer uso de PRODIGY INFINITUM, en el entendido que el CLIENTE será responsable de tomar las medidas que sean necesarias para evitar el acceso a PRODIGY INFINITUM a cualquier tercero que no se encuentre dentro del domicilio del CLIENTE."<sup>51</sup>

"La inobservancia del CLIENTE a lo anterior, faculta a TELMEX, a suspender PRODIGY INFINITUM prestado, e inclusive rescindir

<sup>48</sup> Comisión Federal de Telecomunicaciones.

<sup>49</sup> Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

<sup>50</sup> Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

<sup>51</sup> Copia del contrato de Prodigy Infinitum.

el presente Contrato, sin perjuicio de exigir el pago de las contraprestaciones pendientes a cargo del CLIENTE..."<sup>51</sup>

Existe en México una propuesta que se encuentra muy avanzada llamada "Acuerdo de convergencia triple play" que regulará el uso de voz sobre IP, este acuerdo es de vital importancia puesto que por el momento las leyes en este aspecto han sido rebasadas por los avances tecnológicos, generando que aún no este especificado lo que es lícito y lo que no, en este campo, provocando como resultado una gran incertidumbre en los usuarios o posibles usuarios de esta tecnología.

Un obstáculo importante con el que se han encontrado los organismos que regulan el uso de VoIP en México es la fuerte oposición generada por TELMEX, principalmente porque el impulso de esta tecnología debilitaría el monopolio de dicha compañía, debido a que el mercado se abriría a más proveedores de estos servicios, trayendo como consecuencia un abaratamiento en los servicios telefónicos.

### **III.8.1 Acuerdo de Convergencia "Triple Play".-**

El concepto Triple Play, se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales como son: voz, Banda ancha y televisión. La conexión se basa en datagramas IP para todos los servicios. El servicio telefónico, se basa en la tecnología VoIP. Se transmiten llamadas de voz de manera similar al envío de datos electrónicos.

En México se esta trabajando en un acuerdo que permitirá tanto a las compañías de cable como a las compañías telefónicas ofrecer el servicio conocido como triple play: voz, banda ancha y televisión. Este proyecto conocido como "Acuerdo de convergencia Triple Play" esta siendo revisado por la COFEMER en colaboración con Comisión Federal de Competencia y la SCT, el acuerdo contempla entre otros aspectos que todos los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones de servicios fijos podrán prestar cualquier tipo de servicio de voz, vídeo y datos. Dicho proyecto se encuentra casi aprobado en su totalidad, salvo algunos detalles en que las comisiones revisoras se deben de poner de acuerdo para posteriormente publicarlo en el Diario Oficial de la Federación y que entre en vigor.

A continuación se citan algunos puntos que contempla el "Acuerdo de Convergencia Triple Play"

"ACUERDO DE CONVERGENCIA DE SERVICIO FIJOS DE TELEFONÍA LOCAL Y TELEVISIÓN Y AUDIO RESTRINGIDOS QUE SE PROPORCIONAN A TRAVÉS DE REDES PÚBLICAS DE TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICA E INALÁMBRICAS

PRIMERO.- Se establece la convergencia de servicios fijos de telefonía local y televisión y audio restringidos, a través de redes alámbricas e inalámbricas, misma que tiene los siguientes objetivos:

el presente Contrato, sin perjuicio de exigir el pago de las contraprestaciones pendientes a cargo del CLIENTE...<sup>51</sup>

Existe en México una propuesta que se encuentra muy avanzada llamada "Acuerdo de convergencia triple play" que regulará el uso de voz sobre IP, este acuerdo es de vital importancia puesto que por el momento las leyes en este aspecto han sido rebasadas por los avances tecnológicos, generando que aún no este especificado lo que es lícito y lo que no, en este campo, provocando como resultado una gran incertidumbre en los usuarios o posibles usuarios de esta tecnología.

Un obstáculo importante con el que se han encontrado los organismos que regulan el uso de VoIP en México es la fuerte oposición generada por TELMEX, principalmente porque el impulso de esta tecnología debilitaría el monopolio de dicha compañía, debido a que el mercado se abriría a más proveedores de estos servicios, trayendo como consecuencia un abaratamiento en los servicios telefónicos.

### **III.8.1 Acuerdo de Convergencia "Triple Play".-**

El concepto Triple Play, se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales como son: voz, Banda ancha y televisión. La conexión se basa en datagramas IP para todos los servicios. El servicio telefónico, se basa en la tecnología VoIP. Se transmiten llamadas de voz de manera similar al envío de datos electrónicos.

En México se esta trabajando en un acuerdo que permitirá tanto a las compañías de cable como a las compañías telefónicas ofrecer el servicio conocido como triple play: voz, banda ancha y televisión. Este proyecto conocido como "Acuerdo de convergencia Triple Play" esta siendo revisado por la COFEMER en colaboración con Comisión Federal de Competencia y la SCT, el acuerdo contempla entre otros aspectos que todos los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones de servicios fijos podrán prestar cualquier tipo de servicio de voz, vídeo y datos. Dicho proyecto se encuentra se encuentra casi aprobado en su totalidad, salvo algunos detalles en que las comisiones revisoras se deben de poner de acuerdo para posteriormente publicarlo en el Diario Oficial de la Federación y que entre en vigor.

A continuación se citan algunos puntos que contempla el "Acuerdo de Convergencia Triple Play"

"ACUERDO DE CONVERGENCIA DE SERVICIO FIJOS DE TELEFONÍA LOCAL Y TELEVISIÓN Y AUDIO RESTRINGIDOS QUE SE PROPORCIONAN A TRAVÉS DE REDES PÚBLICAS DE TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICA E INALAMBRICAS

PRIMERO.- Se establece la convergencia de servicios fijos de telefonía local y televisión y audio restringidos, a través de redes alámbricas e inalámbricas, misma que tiene los siguientes objetivos:

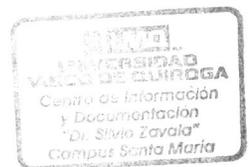
- a) Propicias la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones, así como la sana competencia entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que proporcionan el servicio de televisión y audio restringidos (concesionarios de televisión y audio restringidos) y concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que proporcionan el servicio fijo de telefonía local (concesionarios de telefonía local), mediante la conexión e interoperabilidad eficiente de sus redes, sobre bases de tarifas no discriminatorias.
- b) Autorizar mediante un procedimiento sumario a los concesionarios de televisión y audio restringidos prestar el servicio fijo de telefonía local, así como a los concesionarios de telefonía local prestar el servicio de televisión y audio restringidos...<sup>52</sup>

Este acuerdo traerá como beneficios principalmente: mayor calidad en los servicios de telecomunicaciones, menores costos en dichos servicios, la oportunidad de los usuarios de elegir la compañía proveedora que mejor cubra sus necesidades, incrementar la comunicación de las comunidades más alejadas.

---

<sup>52</sup> Fragmento del Acuerdo de Convergencia, que se esta estudiando para su posterior publicación.

**CAPITULO IV.-**  
**IMPLEMENTACIÓN**



## CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACION.-

### IV.1 INTRODUCCIÓN.-

La Universidad Vasco de Quiroga cuenta con distintos campi distribuidos en diferentes ciudades, cada campus necesita de una estrecha comunicación con los demás, como resultado de la necesidad de comunicación que se tiene se realizan frecuentemente llamadas de larga distancia entre los diferentes planteles, generando que el recibo telefónico se incremente considerablemente a consecuencia de las llamadas de larga de distancia. Para reducir estos gastos sin sacrificar la comunicación se puede implementar un sistema de voz sobre IP, de forma que las comunicaciones internas de la Universidad Vasco de Quiroga se realicen por medio de este sistema. Como principio de esto se planea implementar un sistema de voz sobre IP que conecte el campus Santa María con Ciudad Hidalgo, de forma que este sistema sirva de base para la implementación posterior en todos los planteles restantes.

Para la implementación del sistema de voz sobre IP en la Universidad Vasco de Quiroga se creo una maquina virtual dentro del servidor de la Institución; una máquina virtual es un espacio reservado en el disco duro que se trata como una computadora independiente, aunque ésta se encuentre internamente en el servidor, el utilizarla nos trae como beneficios el aprovechar espacio en el servidor de la universidad, crear nuestra propia configuración para el sistema de voz sobre IP sin generar cambios en la configuración del servidor, no comprometemos la seguridad del servidor.

La creación de la máquina virtual se realizó con la herramienta gratuita VMware, en dicha máquina virtual se instalo CentOS 4.2 como sistema operativo y el servidor Asterisk; Asterisk es un software de código abierto que emula las funciones de una central telefónica, y que será la base del sistema de VoIP.

En primera instancia se instalará la distribución CentOS 4.2 como sistema operativo, escogiendo la opción de instalación mínima. Una vez finalizada la instalación, el siguiente paso es descargar e instalar los paquetes necesarios para la instalación de Asterisk, tales paquetes son: gcc, bison, kernel-devel, openssl-devel. Para realizar la descarga, desde una consola se van a teclear los siguientes comandos:

```
# rpm --import http://mirror.centos.org/centos/RPM-  
GPG-KEY-CentOS-4  
# yum install gcc kernel-devel bison openssl-devel
```

Los paquetes se descargan desde Internet y se instalan automáticamente, satisfaciendo todas las dependencias que puedan tener cada uno de los paquetes a instalar.

### IV.2 IMPLEMENTACIÓN DE ASTERISK.-

Asterisk es un software de IP PBX, que su código se distribuye de forma gratuita para su posterior compilación. Este software permite la instalación de una central telefónica para la telefonía y la voz sobre IP. Al ser un software bajo la licencia GNU ofrece varias ventajas, una de ellas es el hecho de que no tiene ningún costo su licencia lo que representa que no se tiene que desembolsar dinero para su uso legal; otra de las ventajas es el hecho de que permite una configuración flexible de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la Universidad, con tan solo modificar los archivos de configuración, o bien modificando el código fuente y compilándolo.

Dependiendo del hardware adicional con que se cuente y de como se quiera configurar Asterisk se pueden instalar los siguientes paquetes: Zaptel y Libpri. Zaptel nos sirve en el caso en que se cuente con tarjetas que nos permitan conectar la línea telefónica o teléfonos a la computadora, mientras que libpri es un soporte para señales digitales. Tanto Zaptel como Libpri son complementos de Asterisk, y no son indispensables para una instalación simple de este servidor, a no ser que se tenga una tarjeta FXO o FXS para conectar la computadora a la línea telefónica.

Para nuestro caso de implementación solo instalaremos Asterisk. Existen diferentes formas de descargarlo, la que se va a utilizar es la descarga directa desde la pagina: <http://ftp.digium.com>, desde esta página se puede tener acceso a todas las versiones que han sido liberadas, se va a descargar la más reciente en la carpeta /usr/src, mediante los siguientes comandos:

```
# wget http://ftp.digium.com/pub/asterisk/release/  
asterisk-1.2.9.1.tar.gz
```

Asterisk-addons, nos permitirá poner música en espera en formato mp3, así como el uso de mysql en conjunción con Asterisk para el almacenamiento de diferentes aspectos como las extensiones registradas, información de números externos, etc. La forma de descargarlo es con el siguiente comando desde una terminal:

```
# wget http://ftp.digium.com/pub/asterisk/release/  
asterisk-addons-1.2.3.tar.gz
```

#### **IV.2.1 Instalación.-**

Una vez descargados los paquetes, lo siguiente a hacer es descomprimir ambos paquetes, mediante el comando siguiente:

```
# tar -zxvf asterisk-1.2.9.1.tar.gz
```

Para descomprimir asterisk-addons, se teclea el siguiente comando:

```
# tar -zxvf asterisk-addons-1.2.3.tar.gz
```

Después de teclear los comandos anteriores se crearán carpetas con los archivos descomprimidos, para comprobar esto se puede teclear el comando ls. El siguiente paso es renombrar las carpetas, tan solo para no crear alguna confusión mediante el siguiente comando:

```
# mv asterisk-addons-1.2.3 asterisk-addons
# mv asterisk-1.2.9.1 asterisk
```

En caso de que se vayan a instar Zaptel y Libpri es necesario seguir el siguiente orden: En primer lugar se instala "Libpri", posteriormente "Zaptel" y para finalizar Asterisk. Como para nuestro caso particular solo se va utilizar Asterisk, los comandos a utilizar para su instalación se muestran a continuación:

```
# cd asterisk
# make clean
# make install
```

Si la compilación con los comandos anteriores es exitosa, al final se desplegará el siguiente mensaje, dentro de la misma terminal:

```
+----- Asterisk Installation Complete -----+
+
+   YOU MUST READ THE SECURITY DOCUMENT   +
+
+ Asterisk has successfully been installed. +
+ If you would like to install the sample +
+ configuration files (overwriting any    +
+ existing config files), run:           +
+
+           make samples                  +
+
+----- or -----+
+
+ You can go ahead and install the asterisk +
+ program documentation now or later run:  +
+
+           make progdocs                 +
+
+ **Note** This requires that you have    +
+ doxygen installed on your local system  +
+-----+

```

Lo siguiente a realizar es instalar los archivos de ejemplo de Asterisk con el siguiente comando:

```
# make samples
```

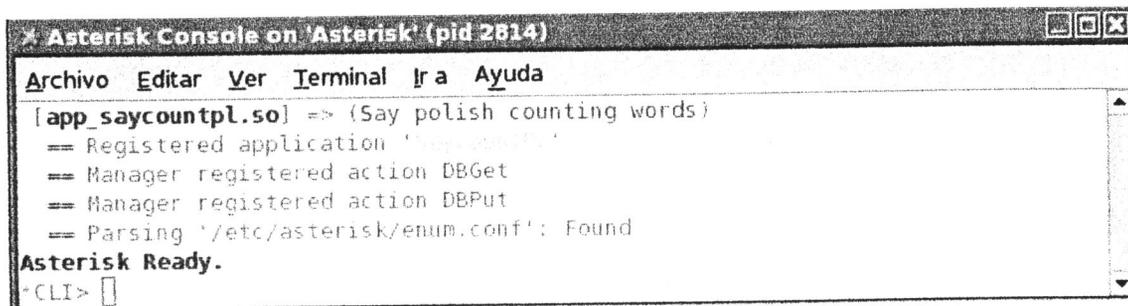
Una vez terminada la instalación de Asterisk, el siguiente paso es instalar asterisk-addons, mediante los comandos que a continuación se muestran:

```
# cd ../asterisk-addons  
# make  
# make install
```

Una vez finalizada la instalación, la forma de comprobar que ésta ha sido exitosa y Asterisk se ejecuta correctamente, es mediante el comando siguiente:

```
# asterisk -vvvvc
```

Al teclear el comando anterior Asterisk se comenzará a ejecutar, y si la instalación fue exitosa mostrará su línea de comandos propios, como se muestra en la siguiente figura:



```
* Asterisk Console on 'Asterisk' (pid 2814)  
Archivo Editar Ver Terminal Ir a Ayuda  
[app_saycountpl.so] => (Say polish counting words)  
== Registered application 'saycountpl'  
== Manager registered action DBGet  
== Manager registered action DBPut  
== Parsing '/etc/asterisk/enum.conf': Found  
Asterisk Ready.  
*CLI> █
```

En esta consola se muestra información cuando se tratan de realizar llamadas a través de Asterisk, y además se pueden teclear comandos propios, estos comandos son de gran ayuda tanto para corroborar que las modificaciones realizadas en los archivos de configuración fueron exitosas, así como para realizar modificaciones.

El siguiente paso es conocer los archivos de configuración de Asterisk, así como la función de cada uno de ellos.

#### IV.2.2 Descripción de los archivos de configuración de Asterisk.-

Para la configuración de Asterisk es necesario primeramente conocer donde se encuentran los archivos de configuración y saber la función de cada uno de ellos. La ruta donde se encuentran los archivos de configuración es /etc/asterisk, un aspecto importante a resaltar es que antes de modificar algún archivo de configuración es conveniente hacer un respaldo del archivo. Los archivos básicos para una configuración simple de Asterisk son los siguientes:

**a) extensions.conf .-**

El archivo extensions.conf es uno de los más usados y más importantes para la configuración de Asterisk. Éste contiene el dialplan, con el cual se define la forma en el servidor va a tratar las llamadas entrantes y salientes, también contiene los números de todas las extensiones. El dialplan se divide en secciones llamadas context, cada context contiene una o más extensiones, que a su vez tienen prioridades.

En general el dialplan está estructurado de la siguiente manera:

- *[general]*.- Dentro de las opciones de configuración que se pueden declarar están las siguientes:

*static* = *yes* | *no* .- Es para definir si el dialplan va a ser dinámico o estático, por el momento solo la opción *yes* es la única que se encuentra implementada. Para evitar problemas es recomendar poner esta opción como *yes*.

*writelnprotect* = *yes* | *no* .- Esta opción es usada en caso de que se requiera configurar el dialplan desde la línea de comandos de Asterisk; si está configurado como *no*, sólo da autorización para que éste se pueda modificar de forma externa.

- *[globals]*.- Aquí es donde se declaran las variables propias del usuario, que se pueden utilizar como ayuda para la configuración. Un aspecto importante a mencionar es que las variables no son sensibles a mayúsculas. La forma de declarar una variable es de la siguiente manera:

*Nombre\_Variable =>Valor\_de\_la\_Variable*

Un ejemplo de esto puede ser declarar la ruta de la música en espera:

*MusicaEspera=>/mp3/Vivaldi-FourSeasons.mp3*

- *[context]*.- Con la excepción de *[general]* y *[globals]* todo lo demás es llamado *context*. Dentro de esta parte se pueden crear extensiones, menús IVR (Interactive Voice Response) usando extensiones, se pueden definir diferentes contextos para cada departamento de una compañía, etc.

Existen tres tipos de extensiones: literales, predefinidas y propietarias. Las extensiones literarias pueden contener números o letras. Las extensiones predefinidas son:

*i* : Invalid (Invalido)

*s* : Start (Inicio)

*h* : Hangup (Colgar)

*t* : Timeout (Tiempo Agotado)

*T* : AbsoluteTimeout (Tiempo Absoluto Terminado)

*o* : Operator (Operador)

Las extensiones propietarias comienzan con “\_”, para las extensiones algunas características tienen un significado especial:

*X* – cualquier dígito entre 0-9

*Z* – cualquier dígito entre 1-9

*N* – cualquier dígito entre 2-9

[###] – cualquier dígito en los corchetes.

. – Es un comodín, que busca cualquier cosa. No se debe usar “\_.” Porque buscaría todo.

La estructura general para definir las extensiones es de la siguiente manera:

[nombre\_del\_context]

exten => #\_de\_extension, prioridad ,aplicación(arg1,arg2,...)

Un ejemplo de esto podría ser:

[Ayuda]

exten -> 323206,1,Dial(SIP/agente\_ayuda01)

Algunas otras opciones incluidas en el archivo extensions.conf son:

*Ignorepat.*- Esta opción manda la instrucción de no cancelar el tono al recibir alguna opción especificada. Un ejemplo sería:

ignorepat => 8 – El tono permanecerá después de presionar 8.

*Switch.*- Esta opción permite compartir el dialplan de un servidor con otro.

*Include.*- Se utiliza para incluir todos los números de un context en otro context, la forma de hacerlo es la siguiente:

include => context\_a\_incluir

También se pueden incluir algún archivo de configuración. La forma de hacerlo es la siguiente:

#include "archive\_de\_configuracion.conf"

#### **b) asterisk.conf.-**

Es un archivo de configuración que indica la ubicación de los directorios donde se encuentran algunos de sus componentes.

#### **c) iax.conf.-**

Es el archivo de configuración del protocolo Inter-Asterisk eXchange (IAX), este protocolo lo utilizan algunos programas que emulan un teléfono IP, como lo es el idéfisk. Se divide en [general]; que contiene las opciones generales del protocolo, como son el puerto de Asterisk, la dirección IP, los codecs de audio permitidos y no permitidos, etc. Y en configuraciones

hechas por el usuario, donde se puede definir el tipo de usuario, denegar y permitir ciertas direcciones IP tanto entrantes como salientes, etc.

#### d) sip.conf.-

Es el archivo de configuración del protocolo SIP (Session Initial Protocol), este protocolo lo utilizan algunos softphones que emulan un teléfono IP, como lo es el SJphone y el idfisk. Se divide en [general]; que contiene las opciones generales del protocolo, como son el puerto de asterisk, la dirección IP, los codecs de audio permitidos y no permitidos, etc. Y en configuraciones hechas por el usuario, donde se puede definir el tipo de usuario, denegar y permitir ciertas direcciones IP tanto entrantes como salientes, etc.

### IV.2.3 Configuración de Asterisk.-

Asterisk puede manejar diferentes protocolos, dentro de los cuales los más populares son: H323, SIP, IAX o ZAP. El tipo de teléfono a usar debe de corresponder con el tipo de registro que se le hizo al usuario, es decir, si el usuario fue registrado en Asterisk como un cliente SIP, debe de usarse teléfonos SIP, como caso práctico se describirá la configuración de clientes SIP.

Los pasos básicos para la configuración de Asterisk son: Indicar el tipo conexiones de teléfono con que se cuenta, también conocidos como canales; configurar el Dialplan, éste nos sirve para enrutar cada llamada del sistema desde su origen a través de varias aplicaciones hasta su destino.

#### a) Registro de usuarios SIP.-

Antes de comenzar a registrar usuarios es importarte analizar la configuración del context general, del archivo sip.conf, que debe estar configurado de la siguiente manera:

```
[general]
context=default
port=5060 ; Puerto UDP a utilizar para el trafico
bindaddr=192.168.0.251 ; Direccion IP del servidor
disallow=all ; Deshabilitar todos los codecs
allow=ulaw ; Habilitar codec ulaw
allow=gsm ; Habilitar codec gsm
```

```
externip = 200.0.0.55
```

Lo que le indican a Asterisk estas líneas de código es que el puerto por donde va a escuchar el protocolo SIP es el 5060, la dirección IP de la computadora donde se encuentra ejecutándose el servidor Asterisk se debe asignar mediante la línea bindaddr = 192.168.0.251, en nuestro caso la dirección IP asignada a la máquina virtual, siendo ésta una dirección IP privada. disallow nos permite deshabilitar todos los codecs para posteriormente irlos habilitando según nuestras necesidades. Con la línea externip = 200.0.0.55, le indicamos la dirección IP pública desde donde podemos ser alcanzados en Internet, mediante una redirección de puertos.

El proceso para registrar usuarios SIP, es relativamente sencillo, como primer paso se debe de registrar el usuario en el archivo de configuración sip.conf, que es el que contiene todos los usuarios SIP, una vez dado de alta se debe registrar un número correspondiente al usuario en el archivo extensions.conf y para finalizar se debe registrar el usuario con un teléfono compatible con SIP. La forma de realizar lo anteriormente mencionado es la siguiente:

Para dar de alta un usuario SIP, es necesario modificar el archivo sip.conf con cualquier editor de texto.agregando las siguientes líneas:

```
# nano sip.conf
```

```
[test]
username=test      ;usuario
secret=test        ;password
type=friend        ;tipo de usuario
host=dynamic        ;Dirección IP
allow=all           ;codecs aceptados
context=test        ;nombre del context
nat=yes            ;NAT Habilitado

[test2]
username=test2
secret=test2
allow=all
type=friend
host=dynamic
context=test
nat=yes
```

Lo que representan para Asterisk las líneas agregadas es que se van a dar de alta dos usuarios del protocolo SIP: test y test2, con passwords test y test2 respectivamente. El tipo de usuario friend nos indica que los usuarios pueden tanto realizar como recibir llamadas, también existen los tipos: peer, que pueden recibir llamadas, pero no hacerlas; y user, que solo pueden realizar llamadas, pero no recibir. Al especificar host como dynamic, estamos indicando que la dirección IP del usuario puede variar, aunque también se puede poner la dirección IP del usuario si se quiere. Nat=yes, nos indica que los usuarios se encuentran detrás de un NAT, el context nos sirve para la administración de diferentes grupos de usuarios, con lo cual podemos dar autorizaciones para realizar llamadas de larga distancia, interna, etc.

Para definir más usuarios basta con teclear las misma líneas y cambiar las especificaciones según el usuario. Para dar de alta la extensión del usuarios es necesario editar, con cualquier editor de texto, el archivo extensions.conf y agregar las siguientes líneas

```
# nano extensions.conf
```

Un aspecto importante a recalcar aquí es que los context que declaramos en este archivo deben corresponder con los declarados en los clientes SIP, en el archivo sip.conf.

```
[test]
exten => 102,1,Dial(SIP/test)

exten => 104,1,Dial(SIP/test2)
```

Lo que representan para asterisk las líneas agregadas es que se van a agregar 2 extensiones de clientes SIP para el context test, estas extensiones (102,104) corresponden a los usuarios test, y test2 respectivamente, dados de altas en el archivo sip.conf. El formato de una extensión es el siguiente:

exten => #\_de\_extensión, Prioridad, Instrucción a Realizar

Hasta este momento se tiene configuradas dos extensiones asignadas a 2 usuarios, que pueden permitirnos tener comunicación entre los 2 usuarios en nuestra LAN, pero esto no es muy práctico porque Asterisk esta funcionando sólo como conmutador interno, para lograr una comunicación externa en Internet es necesario obtener una cuenta con un servidor que provea el servicio de VoIP, de forma que nuestro servidor interno sea a su vez cliente de un servidor mucho mayor, para esto se obtendrá una cuenta gratuita en Free World Dialup (FWD), [www.freeworlddialup.com](http://www.freeworlddialup.com), una vez obtenida la cuenta es necesario configurar el servidor Asterisk para que se registre como cliente en el servidor de Free World Dialup, cuya dirección es [fwd.pulver.com](http://fwd.pulver.com), y se puedan realizar y recibir llamadas externamente a través de Internet. Para efectuar dicha configuración es necesario modificar los archivos sip.conf y extensions.conf.

En el archivo sip.conf se necesita agregar las siguientes líneas:

```
;registro de ASTERISK como cliente en Free world Dialup (FWD)
register => 789992:AsteriskUVAQ555@fwd.pulver.com/2100
```

```
[fwd.pulver.com]
type=user
username=789992 ; Número en FWD
secret=AsteriskUVAQ555 ; Contraseña en FWD
host=fwd.pulver.com ; Dirección del servidor
nat=yes
canreinvite=no
```

```
[fwd.pulver.com]
type=peer
host=fwd.pulver.com
context=default
nat=yes
canreinvite=no
```

La primera línea le indica a Asterisk que se va a registrar como cliente del servidor [fwd.pulver.com](http://fwd.pulver.com) con el número 789992, previamente obtenido después de nuestro registro en [freeworlddialup](http://freeworlddialup.com), y con el password: AsteriskUVAQ555, el formato general para un registro es el siguiente:

```
Register => #_Dado_por_FWD:Password@fwd.pulver.com
```

Las siguientes líneas son dos configuraciones que permiten llamadas de FWD y hacia FWD para ser manejadas por Asterisk. La primera configuración contiene la información necesaria para que Asterisk se registre como cliente de FWD, especificando el usuario, el password y la dirección del servidor FWD. La segunda configuración contiene información para autenticar llamadas que vengas del exterior hacia Asterisk. La forma de registrar estas configuraciones es muy similar a la forma en que se registran usuarios SIP.

El siguiente paso es modificar el archivo `extensions.conf` de forma que se configure un context para las llamadas entrantes a nuestro servidor, permitiendo tener un menú inicial que reciba estas llamadas y de la opción de elegir la extensión a la que se desea hablar, y otro context para enrutar las llamadas que vayan desde nuestro servidor Asterisk hacia otro cliente de FWD. El código necesario para esto es el siguiente:

```
[local]
include => incoming
include => out

[incoming]
exten => s,1, Answer()
exten => s,2, Background(demo-instruct)
exten => s,3, wait,30
exten => s,4, Hangup()

[out]
exten => _7.,1,SetCallerID(789992)
exten => _7.,2,SetCIDName(Sta_Maria)
exten => _7.,3,Dial(SIP/${EXTEN:1}@fwd.pulver.com)
exten => _7.,4,Playback(invalid)
exten => _7.,5, Hangup

[test]
exten => 102,1,Dial(SIP/test,15)
exten => 102,2,wait,20
exten => 102,3,Goto(incoming,s,1)

exten => 104,1,Dial(SIP/test2)
exten => 104,2,wait,20
exten => 104,3,Goto(incoming,s,1)
```

En el context local, se le indica que va a incluir los context `incoming` y `out` que serán nuestros context para el manejo de llamadas entrantes y salientes.

El context `incoming` le indica a Asterisk como va a manejar las llamadas que lleguen del exterior. La extensión 's' es una extensión predefinida en Asterisk y es la principal, como primera opción Asterisk va a tomar la llamada, como segunda opción Asterisk va a reproducir el archivo `demo-instruct.gsm`, ubicado en `/var/lib/asterisk/sounds`, que contiene instrucciones de cómo utilizar nuestro servidor, en esta opción el usuario puede digitar la extensión a la que desea hablar y Asterisk buscará dicha extensión enrutando la llamada hacia ella. Si el usuario no digita ninguna extensión esperará 30 segundos y posteriormente finalizará la llamada.

El context out le indica a Asterisk que las llamadas que se realicen y que comiencen con el número 7 deben de ser enrutadas hacia el servidor fwd.pulver.com, un aspecto importante a recalcar es que el número '7' debe de ir seguido del número de FWD al que se desea hablar.

La modificación hecha al context test es para indicarle a Asterisk que en caso de que no responda la extensión marcada después de 20 segundos la llamada se enrutará al menú principal, incoming, para que el usuario llame a otra extensión o bien vuelva a intentar en la misma. Tanto Dial, Wait, Playback, Goto, Answer, Background, Hangup, SetCallerID y SetCIDName son comandos propios de Asterisk, que tienen una función específica.

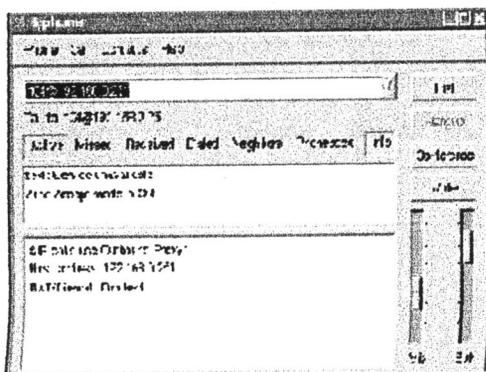
Finalmente se debe de registrar un usuario con un teléfono SIP, Dentro de los teléfonos existen dos opciones principalmente: Los teléfonos reales conocidos como hardphones; y software que funciona como teléfono, conocidos como softphone. En ambos tipos existen una gran variedad de modelos. La configuración de ambos varía dependiendo del fabricante. Para nuestro caso se mostrará la forma de instalar y configurar el softphone SJPhone.

#### IV.2.4 Configuración de SJPhone.-

Este softphone se puede descargar gratuitamente desde la página de sus desarrolladores <http://www.sjlabs.com>, en la sección "downloads". Tiene tanto la versión para Linux como Windows, siendo ésta última un software más amigable para el usuario.

La visualización de ambos por parte de un usuario es la siguiente:

Version para Linux



Version para Windows



La forma de instalar el software en Windows es ejecutando el archivo ejecutable (.exe), y siguiendo las indicaciones que hace el programa, una vez instalado es necesario configurarlo para que se conecte con asterisk y se le de de alta un usuario, la forma de realizarlo es la siguiente:



El primer paso es presionar el botón options, que se encuentra en el centro del softphone, posteriormente aparecerá un cuadro de dialogo donde se dará de alta el usuario y se configurarán algunos parámetros necesarios para asterisk como son: la dirección IP del usuario y del servidor de asterisk, el codec de compresión a utilizar, el password el usuario, etc.

Se da de alta el usuario y se capturan algunos de sus datos, en la pestaña User Information:

Options

Audio | Hot Keys | Skins | Interface | Support  
User Information | Call Options | Profiles

Name:

E-mail:

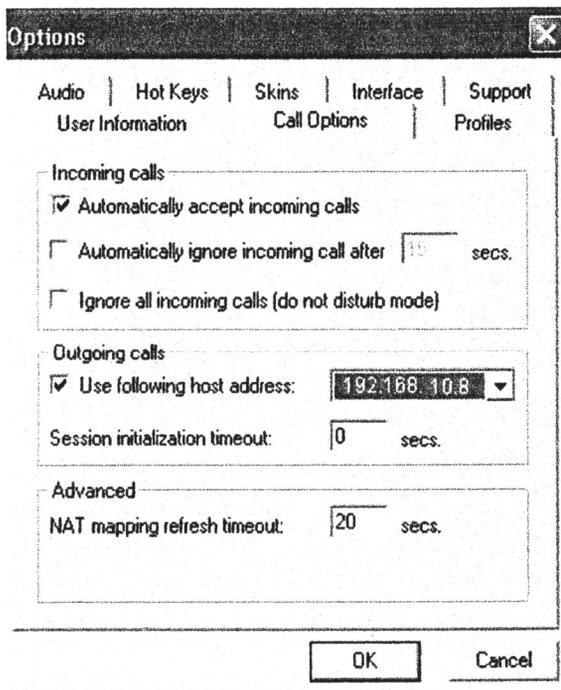
Location:

Comments:

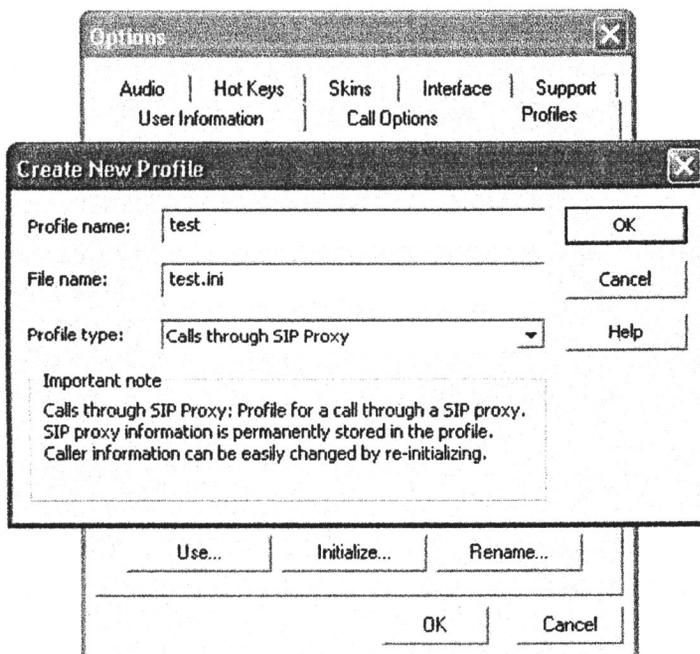
Image  
 Use image:

 Image should be a 32x32  
bmp, png or jpeg file less  
than 10 Kb.

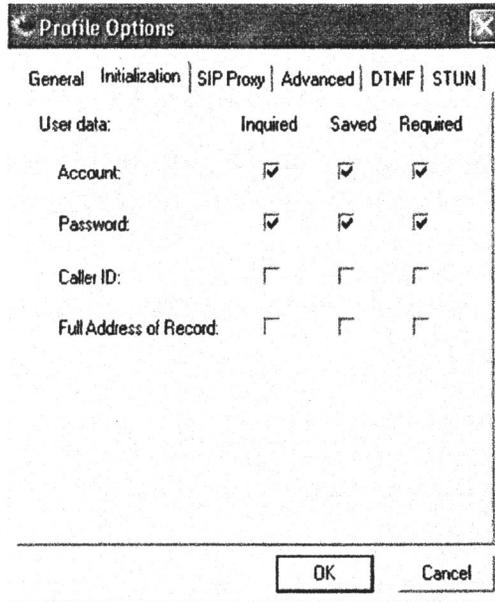
Posteriormente en la pestaña "Call Options", se da de alta la dirección de la máquina donde se encuentra instalado el softphone, y se selecciona la opción "Automatically accept incoming calls".



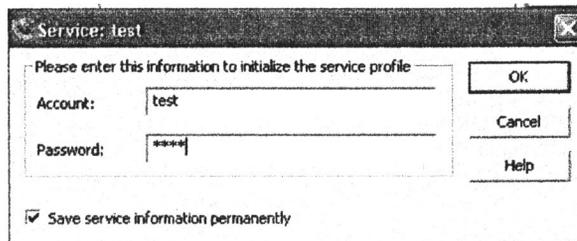
A continuación en la pestaña “profiles” se agrega un nuevo perfil, presionando el botón “New”, se abrirá otro cuadro donde se debe de registrar un perfil que corresponda con alguno de los clientes SIP dados de alta en archivo de configuración sip.conf.



Después de pulsar el botón OK se abrirá otro recuadro en donde se verificará en la pestaña “Initialization” que se encuentren seleccionadas las siguientes opciones:



Para finalizar se pulsa el botón OK de esta ventana, se selecciona el perfil que se acaba de crear y se pulsa el botón "Initialize", al pulsar este botón se abrirá una ventana que pedirá el nombre de usuario registrado en asterisk y el password asignado a éste.



Una vez hecho esto, hay que cerciorarse que el perfil creado haya cambiado su status a "in use", una vez corroborado nos debemos de cambiar a la pestaña Audio y verificaremos que en "sound devices" se encuentre seleccionado el modelo de nuestra tarjeta de sonido, para finalizar la configuración del softphone hay que pulsar OK. Después de terminar la configuración ya se estará en posibilidades de realizar llamadas VoIP, mediante el servidor de asterisk.

#### IV.2.5 Configuración de Ekiga.-

Ekiga es un software open source de VoIP y videoconferencias, soporta tanto el protocolo SIP como H.323, además de diferentes codecs de audio y video. Ekiga viene como paquete en las distribuciones Ubuntu, lo que ha generado una gran proliferación de este softphone.

Dentro de sus características se pueden mencionar las siguientes:

- Transferencia de llamadas (SIP y H323)

- Llamada en espera.
- Soporte DTMF
- Soporta varias cuentas
- Se pueden usar SIP Proxy y H.323 Gateway

Para descargar ekiga se puede hacer visitando la página oficial <http://www.ekiga.org/> y seleccionar el enlace que corresponda con la distribución que se va a utilizar.

La configuración de ekiga es muy sencilla y está guiada por un asistente, que ayuda a obtener un mejor funcionamiento, detectando automáticamente el tipo de Nat, los sistemas multimedia de la PC, etc.

Para llamar a otra persona mediante el protocolo SIP, basta con esperar a que ekiga registre nuestra cuenta SIP y marcar `sip:alguien@192.168.0.251` en la barra de direcciones. Posteriormente pulsamos el botón de conexión situado justo a la derecha y se intentará establecer la llamada:



#### IV.2.6 Realizar Llamadas mediante Asterisk.-

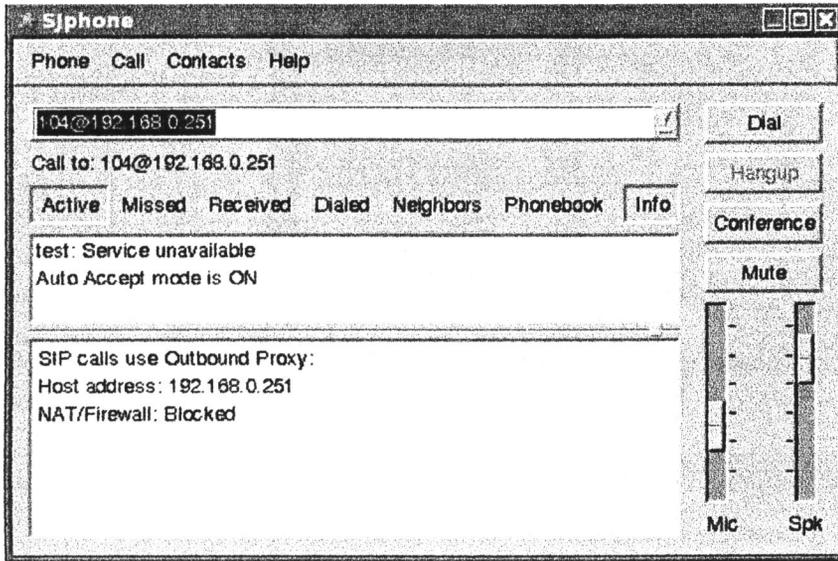
Después de la configuración del softphone SPhone, para realizar llamadas con éste software basta tan sólo con marcar la extensión a la que se desea llamar seguida de: `@dirección_ip_servidor_asterisk`. Un ejemplo sería:

`2121@192.168.0.251`

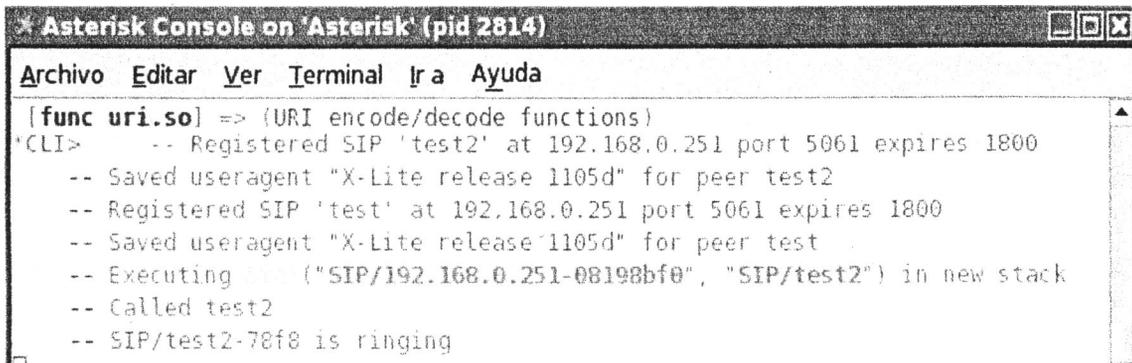
Cuando alguien llama a algunos de los usuarios, su software comenzará en emitir un sonido, similar al de un teléfono común cuando recibe una llamada, y en asterisk se despliegan

diferentes mensajes desde que se comienza la localización de la extensión hasta que la llamada se termina. Una llamada simple sería como sigue:

Primeramente el usuario test marcará una extensión en su softphone:



Como siguiente paso, la petición del usuario test de la llamada hacia la extensión 104 será atendida por Asterisk, quien buscará en sus archivos de configuración hacia donde enrutar la llamada, y mandará al softphone correspondiente a la extensión 104 el aviso de que alguien trata de contactarlo.



Posteriormente el softphone con extensión 104, asignado al usuario test2, comenzará a sonar, y el usuario contestará la llamada.





Una vez que el usuario test2, extensión 104, tomó la llamada asterisk muestra un aviso de que la llamada se enrutó exitosamente.

```

Asterisk Console on 'Asterisk' (pid 2814)
Archivo Editar Ver Terminal Ir a Ayuda
== Registered custom function URIENCODE
2 sip peers [2 online , 0 offline]
^CLI> -- Registered SIP 'test2' at 192.168.0.251 port 5061 expires 1800
-- Saved useragent "X-Lite release 1105d" for peer test2
-- Registered SIP 'test' at 192.168.0.251 port 5061 expires 1800
-- Saved useragent "X-Lite release 1105d" for peer test
-- Executing ("SIP/192.168.0.251-08198bf0", "SIP/test2") in new stack
-- Called test2
-- SIP/test2-78f8 is ringing
-- SIP/test2-78f8 answered SIP/192.168.0.251-08198bf0
-- Attempting native bridge of SIP/192.168.0.251-08198bf0 and SIP/test2-78f8

```

Una vez que termino la llamada y alguno de los usuarios colgó su softphone, asterisk destruye la ruta y creo y muestra un aviso de la que la llamada se acabo. Todo lo hecho por asterisk es invisible para ambos usuarios, y la única persona que se puede percatar de todos los mensajes dados por asterisk en su consola es el administrador del servidor.

### IV.3 MEJORAS A FUTURO.-

El sistema implementado puede de servir de base para la implementación de un sistema de voz sobre IP más robusto, en primera instancia se pueden sustituir los softphones por hardphones o también conocidos como teléfonos IP, existen diferentes fabricantes que manejan a su vez diferentes modelos, siendo uno de los principales proveedores Avaya.

También se puede posteriormente comprar tarjetas FXS<sup>53</sup>, que permiten la conexión de un teléfono análogo a una computadora, y tarjetas FXO<sup>54</sup>, que permiten conectar una línea

<sup>53</sup> Foreign eXchange Station.

telefónica a una computadora. Es decir la tarjeta FXO es la encargada de recibir el tono generado por la red telefónica conmutada, y la tarjeta FXS es la encargada de generar el tono para enlazarnos con la red telefónica conmutada. Para la integración de estas tarjetas con el servidor también sería necesario descargar e instalar Zaptel, así como volver a compilar Asterisk.

En un futuro se puede implementar un servidor SIP Proxy, que permitirá un manejo mejor de las llamadas que entren y salgan del sistema. Mayor seguridad, para evitar accesos indeseados a éste.

Una vez visto y analizado el funcionamiento del sistema se puede implementar este sistema para cada campus con que cuenta la Universidad Vasco de Quiroga trayendo como consecuencia que al tener cada uno su propio sistema de voz sobre IP, las llamadas entre ellos resultarían mucho más económicas en comparación a si se realizarán mediante la red telefónica conmutada, logrando un ahorro en los recibos telefónicos de cada campus.

---

<sup>54</sup> Foreign eXchange Office.

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES.-

La comunicación es una parte esencial en la vida del ser humano, por lo que a través de los años ha ido creando nuevas tecnologías que le permitan satisfacer esta necesidad. Uno de los avances más significativos en el área de las telecomunicaciones ha sido la invención de la red telefónica conmutada, que permitió una comunicación más estrecha entre personas en diferentes zonas geográficas. Hoy con el auge de Internet, La voz sobre IP se perfila como el futuro de las telecomunicaciones, debido a que permite la comunicación con una calidad muy cercana a la telefonía clásica, pero con un precio mucho menor y con mejoras en servicios.

La implementación del sistema de voz sobre IP permitirá a la Universidad Vasco de Quiroga poder en un futuro tener comunicados los diferentes campi de esta Institución vía VoIP, implementado en cada campus un servidor Asterisk, que será la central telefónica que permitirá la comunicación con todos los planteles con que cuenta dicha Institución, generando como resultado una comunicación más estrecha, un ahorro en los costos de larga distancia, y una mejor explotación de la red de datos. Esta implementación se puede realizar en cualquier organización que cuente con los requerimientos básicos como son: un servidor dedicado para la central telefónica, Asterisk; conexión a Internet de banda ancha; Una buena y fiable estructura de la red.

Una importante ventaja de la instalación de Asterisk en una máquina virtual es su portabilidad, puesto que se puede comprimir la máquina virtual ya configurada y grabarla en un disco compacto para posteriormente copiarla en algún otro servidor, esto nos trae como beneficio el poder configurar varios servidores Asterisk en diferentes locaciones, partiendo de una configuración ya implementada y probada ajustando solo algunos detalles propios para cada servidor sin necesidad de comenzar desde cero.

En general para la implementación de un sistema de voz sobre IP existen múltiples alternativas tanto en software como en hardware. La ventaja de una implementación en software es que se puede realizar con software libre que no generaría ningún gasto y permite un acercamiento más real a esta tecnología, su desventaja es que no puede ser tan robusto como una implementación con hardware y puede traer como obstáculo la oposición al cambio de los nuevos usuarios. Las soluciones en hardware pueden llegar a ser muy costosas, pero brindar al usuario mayor confianza puesto que la realización de llamadas se hace con teléfonos IP, que son muy similares a los teléfonos ordinarios. Una solución Híbrida implementando el servidor VoIP con un software libre y utilizando teléfonos IP puede ser el punto intermedio entre costos generados, fiabilidad y confianza por parte de los usuarios hacia el nuevo sistema.

En México no todos los servicios ofrecidos por Asterisk se pueden implementar, puesto que algunos servicios, como son el identificador de llamadas y la llamada en espera son servicios restringidos de TELMEX<sup>55</sup>, que su uso esta limitado a las personas que contratan dichos servicios.

En el aspecto legal la Institución encargada de regular las telecomunicaciones en México es la Comisión Federal de Telecomunicaciones, COFETEL, que aunque se ha encargado de regular

---

<sup>55</sup> Teléfonos de México.

a las empresas prestadoras de voz sobre IP para larga distancia en México, aun no ha logrado crear una ley que regule en forma clara el uso de esta tecnología en el país. La principal oposición que enfrenta para esto es por parte de TELMEX<sup>55</sup>, que controla el 95% de los usuarios telefónicos y que ha ido retrasando la promulgación de leyes que impulsen y regulen los servicios convergentes, que traería como beneficios costos más bajos para los usuarios de teléfono, una libre competencia entre los proveedores de servicios convergentes, más y mejores servicios para los usuarios, la oportunidad de que los usuarios elijan la compañía que cubra mejor sus expectativas.

La prueba más fiable de que la telefonía IP es el futuro de las telecomunicaciones es el hecho de que empresas líderes como AVAYA, CISCO, y 3COM tienen la tendencia de impulsar el desarrollo de nuevos dispositivos para la implementación de sistemas de voz sobre IP, y también ofrecen soluciones completas de este servicio.

## Glosario de Términos

**Enrutar.-** Dirigir mediante decisiones lógicas los paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red. Las decisiones se basan en diversos parámetros.

**Fibra óptica.-** Medio muy flexible y muy fino que conduce energía de naturaleza óptica. Su forma es cilíndrica con tres secciones radiales: núcleo, revestimiento y cubierta.

**Full Duplex.-** Método de comunicación en el cual la información puede ser en dos sentidos simultáneamente.

**FXO (Foreign Exchange Office).-** Tipo especial de tarjeta que se conecta a la computadora para permitirle a ésta conectarse a la red telefónica común, y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas de teléfono.

**FXS (Foreign Exchange Station).-** Tarjetas especiales que sirven para conectar teléfonos analógicos normales a una computadora, y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas hacia el exterior, o hacia otros interfaces FXS.

**Half Duplex.-** Modo de transmisión en el cual la información fluye en ambos sentidos, pero solo en uno de ellos en un momento dado.

**MODEM.-** Acrónimo de las palabras modulador/demodulador. Actúa como equipo terminal del circuito de datos, permitiendo la transmisión de un flujo de datos digitales a través de una señal analógica.

**Multiplexación.-** Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

**Simplex.-** Modo de transmisión que permite que la información se transmita en un solo sentido y de forma permanente, con esta fórmula es difícil la corrección de errores causados por deficiencias de línea.

**Zaptel.-** Controlador especial para tarjetas con interface analógica y digital, como son las tarjetas FXO y FXS

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **BIBLIOGRAFÍA.-**

Gibas, Mark

Redes para todos

Prentice Hall, 1995, 2ª Edición.

Tanenbaum, Andrew S.

Redes de Computadoras, tercera edición.

Prentice Hall, 1997.

Stallings, William

Comunicaciones y redes de computadores.

Prentice Hall, 1997.

Comer E., Douglas

Redes globales de información con Internet y TCP/IP.

Prentice Hall, 1996, tercera edición.

Johnston, Alan B.

SIP: Understanding the Session Initiation Protocol

Artech House 2001.

Leif Madsen, Jared Smith, Jim Van Meggelen, Chris Tooley

The Asterisk Documentation Project

2004.

Tim, Nelly

VoIP for Dummies

Wiley Publishin, Inc.

2005

HowStuffWorks - Learn how Everything Works!

HowStuffWorks, Inc. Marzo, 2006

<http://www.howstuffworks.com/>

Departamento de Ingeniería Telemática - UC3M

Escuela Politécnica Superior Universidad Carlos III de Madrid. Junio, 2006

<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/index.htm>

¿Qué son las redes? -

Mailxmail. Febrero, 2006

<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/redes/toc.htm>

Tutoriales

Consulintel

Enero, 2006

<http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/articulos.htm>

Saulo Barajas

Enero, 2006

<http://www.saulo.net/pub/tcpip/index.html#1>

Portada - Wikipedia, la enciclopedia libre

Wikimedia Foundation, Inc. Abril, 2006.

<http://es.wikipedia.org/>

voip-info.org - voip-info.org

Junio, 2006

<http://www.voip-info.org>

Asterisk Guru - Tutorials and howto's for the asterisk PBX and voip in general

Asterisk Guru. Junio, 2006

<http://www.asteriskguru.com/>

Asterisk | The Open Source PBX

Digium™. Julio, 2006

<http://www.asterisk.org/>

Getting Started With Asterisk

Andy Powell. Abril, 2006.

<http://www.automated.it/guidetoasterisk.htm>

VoIP-ES.COM – Recurso sobre telefonía IP en castellano

Midworld Networks. Abril, 2006.

<http://www.voip-es.com/>

Asterisk Documentation Project – News. Junio, 2006

<http://www.asteriskdocs.org/>

¿Qué es VoIP (Voz sobre IP o Voice Over IP) Mexico

Tsares, S.A. de C.V. Mayo, 2006

[http://www.tsares.net/docs/VoIP-Info/Que\\_es\\_VoIP.htm](http://www.tsares.net/docs/VoIP-Info/Que_es_VoIP.htm)

Recursos VoIP - Voz sobre IP: Telefonía IP, Videoconferencia

Recursos VoIP. Marzo, 2006

<http://www.recursosvoip.com/>

::: COFETEL - Comisión Federal de Telecomunicaciones

Comisión federal de Telecomunicaciones. Junio, 2006

<http://www.cft.gob.mx>