

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE GUÍAS DE LABORATORIO PARA  
TELEFONÍA IP

DAVID HUMBERTO CÁRDENAS VILLACRÉS

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2011

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: “DESARROLLO DE GUÍAS DE LABORATORIO PARA TELEFONÍA IP”, ha sido desarrollado en su totalidad por la señor DAVID HUMBERTO CÁRDENAS VILLACRÉS con CI: 171649410-7, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. Freddy Acosta  
DIRECTOR

Ing. Jorge Álvarez  
CODIRECTOR

## **RESUMEN**

En el presente proyecto de grado se propuso el diseño de guías prácticas para el laboratorio de telefonía IP, centrándose básicamente en el estudio de los requerimientos de comunicación de voz y de la aplicación de la teoría usando software libre como es Asterisk, Elastix.

El motivo que incentivó el desarrollo del proyecto radica en que el estudiante debe tener conocimientos en el campo de telefonía y de su aplicabilidad en el ámbito profesional y que pueda desenvolverse de optima manera. La evolución de la telefonía IP que será implementado por pequeñas, medianas y grandes empresas en un futuro no muy lejano es inevitable por su costo de implementación y de mantenimiento, por lo cual es de gran importancia conocer cómo trabaja y los beneficios que ofrece. Por otro lado, también es necesario analizar los elementos que intervienen tanto en el desarrollo de servicios en una PBX.

Finalmente, se pudo constatar que el campo de desarrollo y de aplicabilidad es muy extenso e interesante tanto en la parte de evolución de servicios en lo que se refiere a softwares libres.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de tesis está dedicado con todo mi amor a mis padres, Humberto y Ligia, quienes con su ejemplo de perseverancia, dedicación y esfuerzo me han guiado y apoyado incondicionalmente durante toda mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios, por brindarme fortaleza y sabiduría para alcanzar con éxito las metas planteadas, además de regalarme una familia maravillosa que siempre ha estado junto a mí para alentarme.

A mi madre por ser una amiga y apoyarme en mis malos y buenos momentos estar incondicionalmente cuando necesito una palabra de aliento.

A mi padre por sus consejos, por su preocupación, por enseñarme a ser una gran persona día a día y perdonarme por mis errores.

A mi hermana por su ayuda, cariño y preocupación a lo largo de estos años.

A mis panas “chulla vida” por ser una familia en la universidad ser un apoyo y ser parte de mi vida gracias por su amistad.

# PRÓLOGO

La razón del desarrollo de este proyecto es para guiar el desempeño del estudiante frente al software asterisk que es una herramienta que permite realizar llamadas utilizando la red de datos más conocido como telefonía IP, que actualmente es de gran uso en pequeñas, medianas y grandes empresas por su costo de implementación y de uso ya que es económico.

Con este proyecto se pretende detallar la información básica del software padre asterisk y del software hijo elastix, necesaria para la implementación de una PBX con sus servicios básicos. Dividiendo este proyecto en capítulos:

## **Capítulo I**

Se recalca la importancia de telefonía IP en el ámbito actual y la necesidad del estudiante que tenga conocimiento de este tema.

## **Capítulo II**

Se dará una introducción sobre telefonía básica y sus conceptos necesarios para entender el desarrollo del mismo.

## **Capítulo III**

Se citará el estudio de telefonía ip sus características.

## **Capítulo IV**

Se explicara las guías de laboratorio con detalle de servicios y aplicaciones que tiene asterisk, elastix y 2 guías utilizando el programa cisco packet tracer.

## **Capítulo V**

Se tratará las características básicas de hardware y software para poder desarrollar las guías prácticas.

## **Capítulo VI**

Este capítulo contemplará las conclusiones y recomendaciones.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA

2.1. INTRODUCCIÓN .....	4
2.2. CODIFICACIÓN DE VOZ .....	5
2.2.1. CODIFICADORES TIPO WAVEFORM.....	6
2.2.2. Codificación PCM .....	8
2.2.3. Codificación DPCM .....	9
2.3. CODIFICADORES TIPO VOICE CODER.....	11
2.3.1. Codificadores CELP .....	11
2.4. PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN DE VOZ EN REDES DE PAQUETES	12
2.4.1. Influencia del Retardo .....	15
2.4.2. Influencia del Jitter .....	16
2.4.3. Influencia de las Pérdidas de Paquetes .....	16
2.4.4. Influencia del Eco .....	17
2.5. PSTN.....	18
2.5.1. Señalización en telefonía tradicional.....	19
2.5.2. Señalización analógica .....	21
2.6. SEÑALIZACIÓN ENTRE CENTRALES TELEFÓNICAS .....	21
2.7. CONMUTACIÓN. ....	22

2.7.1.	Conmutación de circuitos .....	23
2.7.2.	Conmutación de mensajes .....	25
2.7.3.	Conmutación de paquetes .....	26
2.8.	PBX.....	26
2.9.	ASTERISK .....	27
2.10.	ELASTIX .....	35

### CAPÍTULO III

#### VOZ SOBRE IP (VoIP)

3.1.	INTRODUCCIÓN VOZ SOBRE IP (VoIP) .....	36
3.2.	TELEFONÍA IP .....	38
3.2.1.	Elementos para construir aplicaciones VoIP .....	40
3.2.2.	Tipos de redes IP .....	42
3.2.3.	Escenarios de la voz IP en el servicio de telefonía.....	48
3.2.4.	Señalización en telefonía IP .....	49
3.2.5.	Protocolo IAX ( InterAsterisk Exchange) .....	54
3.2.6.	Protocolo SIP (Session Initiation Protocol).....	56
3.2.7.	Agentes de Usuario (User Agent, UA).....	56
3.2.8.	Servidores de red .....	57
3.2.9.	Integración con Protocolos IETF.....	60
3.2.10.	Calidad de servicio en VoIP .....	61
3.2.11.	Ventajas de VoIP .....	62
3.2.12.	Desventajas de VoIP.....	63

### CAPÍTULO IV

#### DISEÑO DE GUÍAS PARA EL LABORATORIO DE TELEFONÍA IP

4.1	FORMATO DE GUIAS DE LABORATORIO DE TELEFONÍA IP .....	67
-----	---	----

GUÍAS DE LABORATORIO .....	69
4.2 CONFIGURACIÓN IP DE TELEFONÍA BÁSICA CON EL ADMINISTRADOR DE LLAMADAS CALL MANAGER EXPRESS EN UNA RED LAN.....	69
4.3 CONFIGURACIÓN IP DE TELEFONÍA BÁSICA CON EL ADMINISTRADOR DE LLAMADAS CALL MANAGER EXPRESS EN DISTINTAS LAN.....	74
4.4 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA ASTERISK EN UNA CENTRAL. ....	82
4.4.1 Llamada de un softphone a un teléfono IP. ....	86
4.5 CENTRAL ASTERISK CONFIGURACIÓN DEL BUZÓN DE VOZ, IVR, WEBMAIL. ....	91
4.5.1 Configuración de envío de mails desde Asterisk.....	94
4.6 CONFIGURACIÓN DE CENTRAL 3COM ASTERISK 3CR10551A.....	97
4.6.1 Llamada de un softphone a un teléfono IP. ....	100
4.6.2 Configuración del Buzón de Voz .....	103
4.6.3 Configuración de Conferencia, Voice Menu .....	103
4.7 CONFIGURACIÓN DE PLATAFORMA ASTERISK VARIAS CENTRALES. ....	106
4.8 ANÁLISIS CON WIRESHARK EN LA PLATAFORMA ASTERISK CON VARIAS CENTRALES (3 CENTRALES ASTERISK). ....	112
4.8.1 Realizar una llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central sin tráfico HTTP.....	113
4.8.2 Llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central con tráfico HTTP. ....	119
4.8.3 Llamada desde el softphone IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central sin tráfico HTTP. ....	124
4.8.4 Llamada desde el softphone IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central con tráfico HTTP. ....	125
4.9 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX. ....	128
4.9.1 Configuración extensiones .....	132

4.10	SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX Y ANÁLISIS CON WIRESHARK. ....	134
4.10.1	Configuración de grabaciones del sistema, IVR. ....	135
4.10.2	Configuración buzón de voz y web mail. ....	142
4.10.3	Configuración conferencia entre llamadas. ....	143
4.10.4	Configuración de colas y de sígueme (Follow me) ....	145
4.10.5	Análisis con wireshark en una llamada entre softphone y teléfonos IP en una llamada reunión o conferencia con navegación en internet. ....	149

## CAPÍTULO V

### DETERMINACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE Y HARDWARE

5.1	INFRAESTRUCTURA NECESARIA HARDWARE .....	155
5.2	INFRAESTRUCTURA NECESARIA SOFTWARE .....	157

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.....	158
6.2	RECOMENDACIONES .....	160

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA

Figura 2. 1 Diagrama en bloques simplificado del codificador ITU-T G.711 .....	10
Figura 2. 2 Un teléfono conectado a la compañía telefonía sin PBX.....	20
Figura 2. 3 Un teléfono conectado a la compañía telefonía con una PBX .....	21
Figura 2. 4 Arquitectura asterisk .....	29
Figura 2. 5 Esquema entre tecnologías IP y TDM .....	32

## CAPITULO III

### VOZ SOBRE IP (VOIP)

Figura 3. 1 Esquema de elementos de una red VoIP.....	41
Figura 3. 2 Esquema de TCP/IP .....	45
Figura 3. 3 Alcance de la norma H.323.....	51
Figura 3. 4 Pila de protocolos en VoIP.....	54
Figura 3. 5 Servidor Proxy .....	57
Figura 3. 6 Principio operativo del servidor proxy.....	58

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE GUÍAS PARA EL LABORATORIO DE TELEFONÍA IP

Figura 4. 1 Topología 2 teléfonos IP en una misma Lan.....	69
Figura 4. 2 Verificación de configuración.....	72
Figura 4. 3 Teléfono IP.....	72
Figura 4. 4 Configuración modo DHCP .....	73
Figura 4. 5 Topología de red .....	74
Figura 4. 6 Configuración de OSPF .....	75
Figura 4. 7 Revisión de Conectividad .....	77
Figura 4. 8 Teléfono IP de la red número 1 .....	77

Figura 4. 9 Teléfono IP de la red número 2.....	79
Figura 4. 10 Llamada entre teléfonos de distintas LAN.....	80
Figura 4. 11 Topología de red con un servidor.....	81
Figura 4. 12 Acceso del computador hacia el servidor.....	81
Figura 4. 13 Gestor de paquetes Synaptic. ....	82
Figura 4. 14 Características de red en consola .....	83
Figura 4. 15 Acceso al directorio /etc/Asterisk desde consola .....	84
Figura 4. 16 Comando para abrir los archivos.....	84
Figura 4. 17 Levantando el servicio Asterisk .....	86
Figura 4. 18 Aplicación de X-lite .....	87
Figura 4. 19 Softphone X-lite .....	87
Figura 4. 20 Parámetros X-lite .....	88
Figura 4. 21 Activación cuenta X-lite .....	88
Figura 4. 22 Configuración Teléfono IP.....	89
Figura 4. 23 Configuración Teléfono IP cuenta SIP .....	90
Figura 4. 24 Módulo Asterisk 3CR10551A. ....	97
Figura 4. 25 Ventana de entrada central 3Com .....	99
Figura 4. 26 Ventana de cambio de password .....	99
Figura 4. 27 Menú users .....	100
Figura 4. 28 Parámetros como extensión, nombre y password .....	101
Figura 4. 29 Cambios guardados y aceptados .....	101
Figura 4. 30 Configuración de Teléfonos Analógicos.....	102
Figura 4. 31 Menú de buzón de voz .....	103
Figura 4. 32 Menú para configurar la herramienta Conferencia .....	103
Figura 4. 33 Menú para grabar un mensaje de voz.....	104
Figura 4. 34 Menú de voice menú .....	105
Figura 4. 35 Topología entre 2 centrales Asterisk.....	106
Figura 4. 36 Topología de red entre 3 centrales Asterisk.....	112
Figura 4. 37 Interfaz wireshark.....	113
Figura 4. 38 Gráfica ancho de banda .....	114
Figura 4. 39 Gráfica del tráfico del Host .....	115
Figura 4. 40 RTP Streams .....	115
Figura 4. 41. Detalles del Stream .....	116
Figura 4. 42 Gráfica Jitter Vs tiempo .....	117

Figura 4. 43 Gráfica VoIP calls .....	117
Figura 4. 44 Conexión de la llamada protocolo SIP .....	118
Figura 4. 45 Gráfica RTP Player .....	118
Figura 4. 46 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player .....	119
Figura 4. 47 Interfaz wireshark.....	120
Figura 4. 48 Gráfica ancho de banda.....	121
Figura 4. 49 Grafico de tráfico de voz y de datos.....	121
Figura 4. 50 Gráfica Jitter Vs tiempo .....	122
Figura 4. 51 Gráfica RTP Player .....	123
Figura 4. 52 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player .....	123
Figura 4. 53 Gráfica RTP Player .....	125
Figura 4. 54 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player .....	125
Figura 4. 55 Gráfica RTP Player .....	126
Figura 4. 56 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player .....	127
Figura 4. 57 Topología Elastix básica .....	128
Figura 4. 58 Menú de instalación de ELASTIX.....	129
Figura 4. 59 Menú de particiones del computador .....	130
Figura 4. 60 Ingreso de contraseña al sistema ELASTIX .....	131
Figura 4. 61 Ventana de bienvenida de ELASTIX.....	132
Figura 4. 62 Menú PBX.....	132
Figura 4. 63 Menú de número de extensión .....	133
Figura 4. 64 Topología de Elastix para servicios .....	134
Figura 4. 65 Menú de sistema de grabación .....	136
Figura 4. 66 Menú del archivo grabado.....	137
Figura 4. 67 Menú IVR .....	140
Figura 4. 68 Menú de opciones del IVR.....	141
Figura 4. 69 Menú de configuración de correo de voz.....	143
Figura 4. 70 Menú de conferencia .....	145
Figura 4. 71 Menú de colas .....	147
Figura 4. 72 Menú de follow me .....	148
Figura 4. 73 Interfaz wireshark.....	149
Figura 4. 74 Gráfica del tráfico del Host .....	150
Figura 4. 75 RTP Streams .....	150
Figura 4. 76 Gráfica Jitter Vs tiempo .....	151

Figura 4. 77 Gráfica VoIP calls .....	151
Figura 4. 78 Conexión de llamadas protocolo SIP. ....	152
Figura 4. 79 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player .....	153

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Figura 5. 1 Topología Básica.....	156
-----------------------------------	-----

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA

Tabla 2. 1 Codificadores más utilizados en el servicio de Telefonía y Voz sobre IP .....	12
Tabla 2. 2 Iniciar y detener asterisk.....	33
Tabla 2. 3 Comandos importantes .....	34
Tabla 2. 4 Servicios .....	34

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE GUÍAS PARA EL LABORATORIO DE TELEFONÍA IP

Tabla 4. 1 Parámetros de Calidad de servicio .....	116
--	-----

## GLOSARIO

**ADSI.-** Es un teléfono analógico con display digital.

**ALIASING.-** Conocido también como solapamiento. El aliasing impide recuperar correctamente la señal cuando las muestras de ésta se obtienen a intervalos de tiempo demasiado largos. La forma de la onda recuperada presenta pendientes muy abruptas.

**BUFFER.-** Es una ubicación de la memoria en un disco o en un instrumento digital reservada para el almacenamiento temporal de información digital.

**CARRIER.-** Operador de telefonía que brinda una conexión a Internet de alto nivel.

**CODEC.-** Es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal.

**DNS.-** Es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a Internet o a una red privada.

**E1.-** La trama E1 consta en 32 divisiones (time slots) PCM (pulse code modulation) de 64Kbit/s cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfono normales mas 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación.

**FTP.-** Es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), basado en la arquitectura cliente-servidor.

**FXO.-** Es un dispositivo de computador que permite conectar éste a la RTB, y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas de teléfono.

**FXS.-** Es el conector en una central telefónica o en la pared de nuestro hogar, que permite conectar un teléfono analógico estándar.

**GATEKEEPER.-** Es un software de telefonía IP multiplataforma, como hace referencia su nombre es software libre.

**GATEWAY.-** Es un dispositivo, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

**IAX.-** Es uno de los protocolos utilizado por Asterisk, y es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX.

**IP.-** Es parte de la capa de Internet del conjunto de protocolos TCP/IP. Es uno de los protocolos de Internet más importantes ya que permite el desarrollo y transporte de datagramas de IP (paquetes de datos), aunque sin garantizar su entrega.

**IPX.-** es un protocolo de la capa de red de NetWare. Se utiliza para transferir datos entre el servidor y los programas de las estaciones de trabajo.

**ISDN.-** Es una red que procede por evolución de la red telefónica existente, que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere.

**ITU.-** Es el organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

**IVR.-** Son las siglas de Interactive Voice Response, que se traduce como Respuesta de Voz Interactiva.

**JITTER.-** Es la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj.

**KBPS.-** Es la unidad de medida que se usa en telecomunicaciones e informática para calcular la velocidad de transferencia de información a través de una red conocida como kilo bit por segundo.

**LAN.-** Son las siglas de red de área local, es la interconexión de varias computadoras y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 100 metros. Su aplicación más extendida es la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc.

**LDAP.-** Son las siglas de Protocolo Ligero de Acceso a Directorios que hacen referencia a un protocolo a nivel de aplicación el cual permite el acceso a un servicio de directorio ordenado y distribuido para buscar diversa información en un entorno de red.

**MOS.-** de las siglas en inglés Mean Opinion Score que es la percepción del cliente hacia la percepción de calidad que se tiene en llamadas de voz.

**NAT.-** Son las siglas traducción de direcciones de red, que es un mecanismo utilizado por enrutadores IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir en tiempo real las direcciones utilizadas en los paquetes transportados.

**PBX.-** Es la Central Secundaria Privada Automática; es en realidad cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además de las llamadas internas, las entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

**PSTN.-** Conocido también como Red Telefónica Básica (RTB) que son los conjuntos de elementos constituidos por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permite enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

**RTP.-** Son las siglas de Protocolo de Transporte de Tiempo real. Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en una video-conferencia.

**RTPC.-** Es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP).

**SIP.-** Son las siglas de Protocolo de Inicio de Sesiones, es un protocolo con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.

**SMTP.-** De las siglas Protocolo Simple de Transferencia de Correo, es un protocolo de la capa de aplicación. Protocolo de red basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos (PDA's, teléfonos móviles, etc.).

**SNIFFER.-** Es un software destinado para detectar tramas en la red.

**SNR.-** La relación señal/ruido se define como el margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.

**T1.-** T1 portaba 24 canales de voz codificados (PCM) y multiplexados (TDM) en tramas de 64 kbit/s, separando 8 kbit/s para información de trama la cual facilita la sincronización y la demultiplexación en el receptor.

**TCP.-** De las siglas Protocolo de Control de Transmisión, es uno de los protocolos fundamentales en Internet.

**TDM.-** De las siglas de multiplexación por división de tiempo, es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

**UDP.-** Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de paquete de datos. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión

**VoIP.-** Voz sobre IP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP.

**WAN.-** Es una red de área amplia, es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. ANTECEDENTES

La telefonía ha tenido grandes avances a través del tiempo, desde su inicio con los experimentos de la telegrafía de Marconi (1874 – 1937) hasta la actualidad, las cuales hoy hacen posible la comunicación a través de Internet y el envío de paquetes de voz a través de redes de datos que es lo que se denomina Voz sobre IP (VoIP).

Asterisk comienza como un software abierto y con un gran número de seguidores y apoyo, además se afianza como símbolo de VoIP, gana más y más adeptos y la empresa “Linux-support” se convierte en Digium especializada en la venta de hardware especial para Asterisk. No tardan en aparecer otros fabricantes que crean hardware exclusivamente compatible con Asterisk: como Sangoma y Junghanns, entre otros.

En 1999 en el Ecuador, PaloSanto Solutions comenzó como una compañía de tecnología basada sobre todo en el campo de código abierto. La compañía rápidamente ganó los principales clientes a través de su negocio de alojamiento. También es la que está desarrollando el sistema de VoIP totalmente ecuatoriano llamado Elastix (basado en asterisk pero con una interfaz gráfica).

Por eso se ve la necesidad de desarrollar una guía de prácticas para telefonía IP y poder conocer y utilizar estas herramientas.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### Justificación

El tema de la telefonía IP y su aplicación en la empresa toma un interés especial cuando se trata de precios y calidad, la razón es el correcto funcionamiento de las estructuras. Hoy por hoy es bien sabido que si no hay una correcta comunicación entre los niveles que conforman cualquier estructura empresarial, simplemente no funciona como se espera, es por esto que las empresas actuales necesitan de una estructura de comunicación a bajo precio, eficiente y acorde a sus necesidades.

La investigación desarrollada, busca mediante la aplicación de la teoría y los conceptos de protocolos base para los servicios en tiempo real de transmisión de VoIP, para poder desarrollar una solución de software de código abierto que sirva para la transmisión de voz a través de una red LAN.

### Importancia

La importancia del presente proyecto es que serán beneficiados los estudiantes de la carrera ya que tendrán a la mano un manual en el que se detallará las prácticas referentes a telefonía IP que es parte básica en la formación de un ingeniero eléctrico y electrónico, debido a las ventajas que presenta y a su softwares hijos que utiliza la plataforma Asterisk.

### 1.3. OBJETIVOS

#### Objetivo General

- Desarrollar guías de laboratorio para la implementación de un sistema de comunicación basado en voz sobre IP con la plataforma Asterisk.

#### Objetivos Específicos

- Analizar tecnologías y estándares para la transmisión de voz sobre IP.
- Determinar qué tipo de servicios se pueden implementar sobre conexiones de voz sobre IP.
- Especificar los requerimientos de los equipos que hacen posible la comunicación de voz sobre IP.
- Crear guías de laboratorio que permitan al estudiante conocer, comprender y aplicar, analizar el cómo opera un servidor de VoIP.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN**

La convergencia de las redes telefónicas y la evolución de redes de datos es una de las tendencias tecnológicas más importantes de esta década ya que se debe al uso de redes IP y del costo de telefonía en lo que se refiere a llamadas. Lo que se tiende en estos momentos es ofrecer al mercado productos y soluciones que aprovechen la infraestructura de red IP, con el propósito de mejorar la efectividad y productividad de las comunicaciones en las empresas.

Hasta hace pocos años, la mayoría de las corporaciones poseían una PBX (Private Branch Exchange) de tecnología propietaria para la red telefónica y una red LAN pero al avance de la tecnología el cambio es utilizar software totalmente gratis como asterisk que funciona en la plataforma Linux, tomando en cuenta que estos sistemas relacionan las redes de voz y de datos, pero en un contexto limitado, sin llegar a utilizar un formato de transporte común.

El impulso tecnológico que hará posible la integración de las redes de voz y de datos es el crecimiento y la difusión de las redes IP, tanto a nivel LAN (Local Área Network) como a nivel WAN (Wide Area Network). En la siguiente década, la conectividad IP alcanzará un grado de penetración similar al enchufe de electricidad en el hogar.

El protocolo IP es independiente de la capa de enlace, permitiendo que los usuarios finales elijan el formato de enlace más adecuado a las restricciones de costo y localización.

La convergencia de las redes de datos y las redes telefónicas será un detonante decisivo para la evolución de la industria de *PBX's*. La tendencia más importante prevista será la migración desde una estructura predominantemente compuesta por sistemas propietarios a una industria más abierta y con sistemas compatibles sobre el formato IP.

La nueva industria PBX basada en el protocolo IP incluirá cuatro grandes áreas de negocio:

1. Infraestructura IP: compuesta por la conectividad IP provista principalmente por los proveedores de LAN/WAN.
2. Sistemas operativos LAN con la capacidad de proveer servicios y funcionalidades telefónicas tradicionales.
3. Dispositivos de usuario: Software y teléfonos IP, capaces de ser conectados a redes IP.
4. Aplicaciones avanzadas: Según la evolución de las *PBX's* se llegara al desarrollo de nuevas aplicaciones en las llamadas de voz como por ejemplo la interfaz con menús totalmente inteligentes.

## **2.2. CODIFICACIÓN DE VOZ**

El proceso de codificación de voz permite transmitir y almacenar la señal de voz en forma digital eficientemente y sin pérdida de calidad. Desde el punto de vista de la transmisión de la señal de voz, la codificación de voz permite optimizar la utilización del canal de comunicación, transmitiendo el máximo de información.

Las dos técnicas más usadas en codificación de voz son los sistemas waveform coding (codificación de forma de onda) y vocoder (codificador de voz). La primera tiene por objetivo reproducir la señal decodificada lo más parecido a la señal original. Los principales métodos son ITU-T G.711 (Pulse Code Modulation, PCM) y ITU-T G.726 (Adaptive Differential Pulse Code Modulation, ADPCM). Los vocoder's, por otra parte, toman en consideración el modelo de producción de la voz para reproducir la señal igual a la original, o sea, las señales original y decodificada no tienen que ser iguales en forma, sino que deben ser escuchadas iguales para esto se tienen varios métodos pero los principales son ITU-T G.729 (Conjugate-Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction CS-ACELP), ITU-T G.728 (Low Delay Code Excited Linear Prediction, LD-CELP) y ITU-T G.723.1 (Dual rate speech coder for multimedia communication transmitting at 6.3 and 5.3 kbps).[1]

Uno de los problemas importantes que enfrenta VoIP es la capacidad de procesamiento necesario en equipos terminales para codificar y decodificar señales de voz, ya que algunos vocoder's requieren ejecutar sobre 10 millones de instrucciones por segundo.

### **2.2.1. CODIFICADORES TIPO WAVEFORM**

Los métodos para representar digitalmente características temporales o espectrales de la forma de onda de una señal de voz son denominados codificadores waveform. En el dominio del tiempo, la señal de voz presenta redundancia, como periodicidad, variación lenta de intensidad, etc., que son aprovechados por estos codificadores. Por otro lado, los métodos waveform basados en el dominio de la frecuencia, toman en consideración que la distribución de las componentes espectrales no es uniforme.

El teorema del muestreo como se muestra en la figura 2.1 es el principio fundamental detrás del procesamiento y de la transmisión de una señal análoga utilizando técnicas digitales. Este principio establece que una señal análoga con frecuencia de corte  $\omega_s$ , puede ser exactamente representada por una secuencia de muestras  $X_p(\omega)$ , extraídas a una frecuencia mayor o igual al doble de  $\omega_s$ . Es importante notar que en este proceso no existe pérdida.

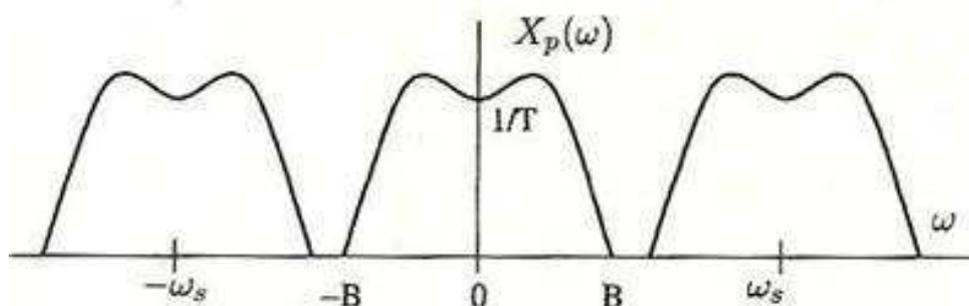


Figura 2. 1 Teorema de muestreo

La figura 2.2 muestra el procesamiento básico general para la codificación de voz. El primer bloque del proceso de codificación, conocido también como análisis, corresponde a un filtro pasa bajo que tiene por finalidad eliminar las componentes que superen la frecuencia  $\omega_c$ , para evitar error de aliasing. Luego la señal es muestreada y posteriormente cuantizada. El proceso de síntesis, o sea de decodificación, es realizado utilizando el proceso inverso.

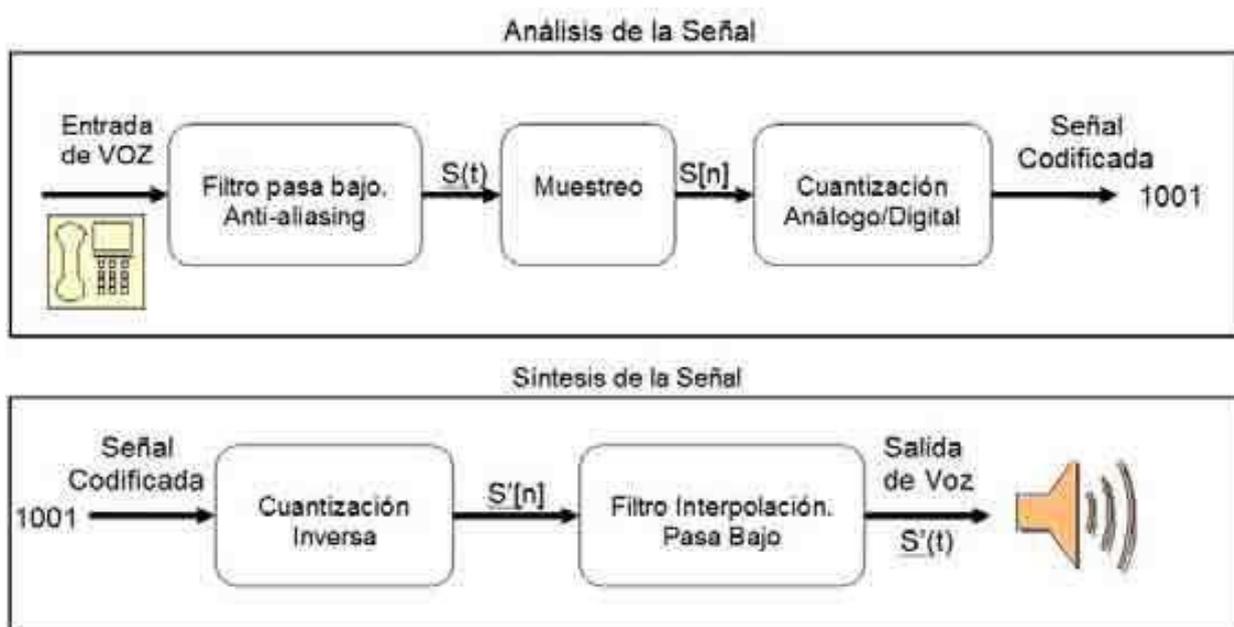


Figura 2. 2 Procesamiento básico de codificación de voz

### 2.2.2. Codificación PCM

La metodología más simple para codificar una señal de voz es utilizar solamente cuantización uniforme. Generalmente, se utiliza 16 bits por muestra por lo que si la señal es muestreada a 8000 Hz, uno obtendrá una tasa de codificación de 128 kbps. Sin embargo, se ha demostrado que dada la dinámica de una señal de voz, sólo es necesario utilizar 12 o 13 bits disminuyendo la tasa a 96 y 104 kbps respectivamente, sin pérdida considerable de calidad.

Una de las primeras características apreciables en una señal de voz es que la distribución en el tiempo no es uniforme, esto principalmente debido a silencios y sonidos con poca energía. Este tipo de cuantización no aprovecha bien el número de bits utilizados para representar la señal por lo que es posible utilizar otro tipo de metodología no uniforme que sea más efectiva. Además, la SNR aumenta en segmentos de la voz con mayor amplitud, por lo que la cuantización uniforme tiende a reproducir una señal cuya calidad varía en función del tiempo, debido a la dinámica de la voz. Para solucionar este problema, es posi-

ble utilizar cuantización logarítmica, proporcionando un error de cuantización más uniforme.

En 1972, el comité de consulta internacional telefónico y telegráfico (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique, CCITT) publicó la recomendación G.711, basado en la tecnología PCM. Rápidamente se transformó en el referente principal de los sistemas de transmisión de voz de la época. La vigencia del estándar se mantiene hasta nuestros días en las redes de telefonía fija. El codificador utiliza 8 bits por muestras, las cuales son muestreadas a 8 kHz codificando a una tasa de 64 kbps.

El estándar G.711[2], establece dos tipos de algoritmos de compresión: la ley  $\mu$ , la cual es utilizada como estándar PCM en Estados Unidos, y la ley A, la cual es utilizada como estándar PCM en Europa.

La idea fundamental detrás de este estándar es comprimir la señal de voz en forma logarítmica, para luego realizar cuantización uniforme. En ambas leyes, la compresión es casi lineal para señales de amplitud pequeña y logarítmica para señales de amplitud grande.

### **2.2.3. Codificación DPCM**

El sistema DPCM (Differential Pulse Code Modulation,) es cuantizar y transmitir el error de predicción en vez de la señal misma. Este sistema explota el comportamiento de la voz en el dominio del tiempo. En vez de cuantizar cada muestra de voz separadamente, DPCM cuantiza la diferencia entre la señal original y una estimación predictiva de la misma, basado en un promedio ponderado de muestras anteriores, usando la propiedad de correlación muestra a muestra que presentan las señales de voz. Además, el error de predicción, presenta menor varianza que la señal original, por lo que la cuantización del error de predicción introduce menos ruido de cuantización. Dado que la señal de voz no es estacio-

na, los coeficientes del predictor deben ser recalculados cada cierto tiempo en forma adaptiva obteniendo un sistema ADPCM.

El estándar G.721 es el que codifica a una tasa de 32 kbps usando 4 bits por muestra. Entre 1985 y 1988, se desarrolló el estándar G.723 el cual extendía la tasa de codificación a 24 y 40 kbps usando 3 y 5 bits por muestras respectivamente. Entre 1989 y 1992, ambos estándares fueron unidos formando el estándar G.726, el cual mantuvo compatibilidad completa con los sistemas anteriores y además agregó una nueva tasa a 16 kbps usando tan sólo 2 bits por muestra.

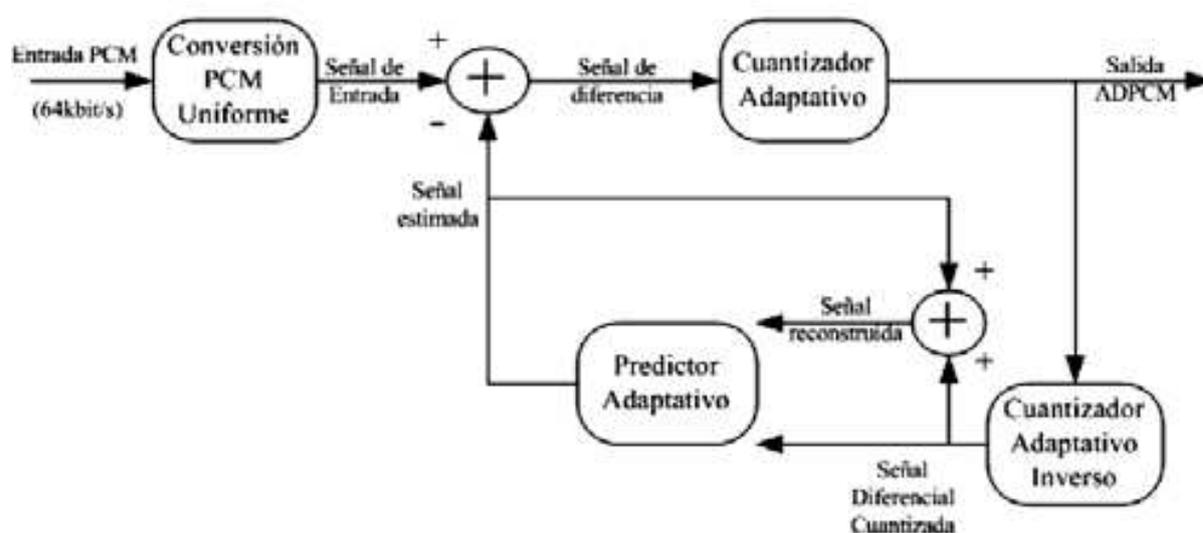


Figura 2. 1 Diagrama en bloques simplificado del codificador ITU-T G.711

En la figura 2.2 se puede observar como el codificador está diseñado para recibir como entrada una señal de voz previamente codificada con el estándar ITU-T G.711. El primer bloque tiene por función transformar esta entrada a una señal uniforme representada por 14 bits. Luego la señal estimada es sustraída a la señal de entrada. El residuo es cuantizado adaptivamente usando 31, 15, 7 o 4 niveles de cuantización dependiendo del modo de operación (40, 32, 24 y 16 kbps respectivamente). Luego el cuantizador adaptativo inverso produce una señal diferencial cuantizada usando la misma información que será transmi-

da. Esta señal es sumada a la señal estimada para producir la versión reconstruida de la señal de entrada y que será igual a la señal reproducida en el decodificador. Tanto la señal reconstruida como la señal diferencial cuantizada son utilizadas por el predictor adaptivo el cual produce una estimación de la señal de entrada, completando la retroalimentación.

### **2.3. CODIFICADORES TIPO VOICE CODER**

Los codificadores de tipo voice coder o vocoder, se caracterizan principalmente por utilizar el modelo de producción y recepción del habla a través de señales de excitación y filtros. Estas tecnologías han logrado disminuir las tasas de transmisión considerablemente, logrando estándares de codificación por debajo de los 2.5 kbps [3].

El oído humano tiene limitaciones que estas tecnologías aprovechan. Si dos señales se superponen en el tiempo, y una de ellas posee mayor energía que la otra, el sistema auditivo humano no es capaz de distinguir la señal de menor energía. A este fenómeno perceptivo se le denomina enmascaramiento (masking). Utilizando esta propiedad se llega a la conclusión que lo más importante es que la señal decodificada sea perceptiblemente similar a la original. Con esto se puede modificar el espectro del ruido producido en la cuantificación y hacerlo perceptiblemente inaudible logrando que estos codificadores no vean afectada su calidad perceptiva a pesar de utilizar tasas de transmisión bajas.

#### **2.3.1. Codificadores CELP**

Las técnicas utilizadas por los vocoders revolucionaron los sistemas de transmisión de voz. Se lograron alcanzar tasas tan bajas como 2.4 y 4.8 kbps. Sin embargo, estos sistemas no lograban obtener calidades semejantes a los sistemas waveform, hasta el desarrollo del codificador CELP (Code-book Excitation Linear Prediction) se basa en procedimientos de búsqueda de análisis por síntesis.

Las tecnologías CELP descomponen la señal de voz, tomando en cuenta características de periodicidad, hasta dejar una señal plana semejante a un ruido aleatorio. Esta señal resultante o residuo es modelado por medio de sistemas de cuantización. El procesamiento es realizado sobre segmentos de voz denominados frames, y no muestra-a-muestra como en la mayoría de los codificadores waveforms. El número de muestras por frame varía generalmente entre 80 y 280, que muestreadas a 8 kHz corresponden a 10 y 35 milisegundos respectivamente.

#### **2.4. PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN DE VOZ EN REDES DE PAQUETES**

Tanto en redes de telefonía fija como en redes IP, una de las consideraciones más importantes que deben ser analizadas es la calidad de la voz percibida por el usuario final.

Para el estándar de telefonía fija PSTN (Public Switched Telephone Network) la calidad medida en escala MOS usualmente toma valores en torno a 4. Sin embargo, para niveles superiores a 3 permitirán una comunicación aceptable. La calidad perceptiva de una señal de voz codificada depende de numerosos factores de diversa naturaleza, por lo que ha sido necesario realizar numerosos estudios para identificar aquellos parámetros más importantes.

En la tabla 2.1, se resumen las características para los codificadores más utilizados en el servicio de Telefonía y Voz sobre IP.

Tabla 2. 1 Codificadores más utilizados en el servicio de Telefonía y Voz sobre IP

Codificador	Norma / Recomendación	Velocidad Binaria	Calidad Vocal (MOS)	Retardo de codificador / decodificador [ms]
PCM Temporal	G.711	64 kbit/s	4,1 a 4,4	0,1
ADPCM Temporal	G.726	32 kbit/s	3,8 a 4,2	12,0
LD-CELP	G.728	16 kbit/s	3,9 a 4,2	33,0
CS-ACELP	G.729	8 kbit/s	3,9 a 4,2	20,0
MP-MLQ-ACELP	G.723.1	6,3 y 5,3 kbit/s	3,9 a 3,7	16,0

Los parámetros corresponden a aquellas distorsiones de la calidad de la voz producidas por el proceso de codificación, el cual incorpora un error en la señal decodificada. El más importante de ellos es sin lugar a duda el tipo de codificador que se utilice. Asociado a esta elección, se establecen parámetros como el número de bits que se utilizarán por muestra, la tasa con que será muestreada la señal, los intervalos de tiempo entre paquetes (packetization interval), etc.

Algunos codificadores están implementados con técnicas de ocultamiento de error, por lo que en caso de falla en la transmisión de los datos los frames extraviados pueden ser recuperados. Estas técnicas pueden afectar negativamente la calidad de la voz al incorporar ruido, silencios, repeticiones y sustitución de forma de onda en la señal decodificada

### Parámetros de red

Son factores propios de la red que introducen distorsión en la calidad de la señal de voz transmitida. En particular, la utilización de un medio de difusión como la Internet, puede distorsionar la transmisión de voz de forma muy fuerte en la comunicación. Los parámetros más importantes son las pérdidas de paquete, la distribución de las pérdidas, el tamaño de paquetes, el retardo en la transmisión y el jitter.

## **Parámetros del locutor**

El desarrollo de tecnologías capaces de reconocer de forma automática a una persona mediante su voz ha experimentado un creciente interés en los últimos años debido a sus múltiples aplicaciones: controles de acceso, transacciones financieras y comerciales, indexación de audio de reuniones y de programas de radio y televisión, e investigación policial esta área de investigación incluye tanto identificar o verificar la identidad de los locutores como, dada una señal con varios locutores, encontrar las fronteras de separación entre ellos (segmentación del locutor).

La señal de voz depende de las características físicas y emocionales del locutor como son las dimensiones de las cuerdas y el trato vocal, el estado de salud, el estado de ánimo, los hábitos lingüísticos. Además, hay que tener en cuenta el entorno en el que se produce la señal de voz ya que las condiciones del entorno pueden distorsionar la señal. Los sistemas que han obtenido los mejores resultados hasta la fecha usan parámetros denominados de bajo nivel que son, el tono, las magnitudes espectrales, las frecuencias de los formantes. Aun así, se sabe que características de alto nivel como el dialecto, el léxico, la entonación, la duración son capaces de discriminar a los locutores.

## **Parámetros estructurales**

Son aquellos factores que dependen de la infraestructura con que se realicen las pruebas. El diseño y el funcionamiento de los equipos, como el software a ser utilizado y las condiciones ambientales son factores importantes. Un factor de pérdida de calidad es el fenómeno denominado eco que corresponde al ruido introducido cuando en uno de los terminales no está aislado el micrófono y el audífono por lo que la parte de la señal recibida es retransmitida. Esto debe ser evitado mediante técnicas de cancelación de eco.

La calidad perceptiva de la voz depende de cada uno de estos parámetros en forma altamente no lineal. Más aun, la variación de estos parámetros no es predecible, por lo que anticipar un valor para la calidad basado en estos índices es un proceso complejo el cual no puede ser resuelto usando métodos matemáticos que consideren cada una de estas variables.

De todos los posibles parámetros que pueden influenciar la calidad de la voz mencionados anteriormente, sólo un pequeño conjunto de ellos tiene una directa relación con los parámetros de red.

#### **2.4.1. Influencia del Retardo**

Se define como el retardo entre el envío de paquetes y su recepción, pero desde un punto de vista del usuario se definiría como el vacío en la conversación producido por retardos acumulados durante la transferencia de paquetes y los retardos de procesamiento. Estos últimos retardos a menudo son pasados por alto pero debe tenerse presente que mientras el códec G.711 produce un retardo de procesamiento insignificante el G.729 tiende a producir un retardo mayor debido al proceso de compresión que realiza sobre la voz.

Los retardos debidos a la compresión se pueden reducir al utilizar el códec G.711 en lugar del G.729 siempre que sea posible, por ejemplo en redes locales donde el ancho de banda no es una limitante, pero en conexiones que usan Internet aun se requiere un compresor para disminuir el ancho de banda utilizado por cada llamada.

Los retardos que se producen en la red pueden medirse con la herramienta que lleva el nombre de programa sniffer que es un programa para monitorizar y analizar el tráfico en una red de computadoras) y por lo general pueden ajustarse prestando atención a los com-

ponentes físicos de la red que a menudo se pasan por alto tales como: conectores en mal estado, campos eléctricos o magnéticos demasiado próximos (lámparas fluorescentes que se cruzan con el cableado de datos), y demás.

### **2.4.2. Influencia del Jitter**

El Jitter es la variación en los retardos en la llegada de los paquetes entre su origen y el destino usualmente producida por congestión de tráfico en algún punto de la red o diferencia en el tiempo de transito de paquetes cuando estos viajan por diferentes rutas.

La solución usual es utilizar un Buffer (Jitter Buffer) que almacene los paquetes antes de entregarlos al destino asegurándose así de que lleguen todos en orden al destino, aunque esto introduce un retardo adicional. En aplicaciones de Telefonía IP como Asterisk es posible configurar un Jitter buffer para corregir este problema.

Por otra parte cuando se trata de Jitter presente en redes LAN o WAN por lo general se corrige incrementando el ancho de banda, por supuesto la priorización de paquetes siempre será una alternativa.

### **2.4.3. Influencia de las Pérdidas de Paquetes**

La pérdida de un paquete hace que falte información cuando se recibe la señal de audio. Dependiendo del número de paquetes perdidos, la calidad sonora en el extremo receptor puede ser deficiente. En la red la pérdida de paquetes es parte integral del sistema y los encaminadores tienen que (utilizando el algoritmo de detección aleatoria) destruir paquetes para evitar una posible congestión.

Existen varias causas para la pérdida de paquetes como por ejemplo:

- Duración de vida expirada (TTL = 0).
- Destrucción por un módulo congestionado.
- Paquete no válido debido a fallos de transmisión.

El protocolo UDP se utiliza para transmitir voz mediante el IP, puesto que tiene la ventaja de utilizar menos tasa y depende de menos protocolos de capa superior (como RTPC/RTP) para proporcionar control de errores o de flujo, o cuando las necesidades de tiempo real, hacen que la transmisión, tal como la utiliza el protocolo TCP (Protocolo de Control de Transmisión), sea inadecuada.

La tasa de pérdida de paquetes dependerá de la calidad de las líneas utilizadas y del dimensionamiento de la red. Para que la calidad vocal sea aceptable, dicha tasa de pérdida de paquetes ha de ser menor que el 20% [4]. Una solución posible para reducir la pérdida de paquetes consiste en utilizar sistemas de corrección de errores que tengan codificación redundante y adaptable. Es posible obtener, cuando se utilizan dichos sistemas, unos niveles muy altos de calidad sonora, incluso por Internet. No obstante, esta solución genera otras dificultades relacionadas con el retardo total de transmisión, que ha de controlarse si se ha de usar la red para telefonía.

#### **2.4.4. Influencia del Eco**

Al tener retardo y jitter en una comunicación de VoIP se puede producir el fenómeno del eco lo que por lo general se resuelve usando ‘canceladores de eco’, ya sean por software o por hardware.

Existen 2 tipos de eco comunes: uno de alto nivel y poco retardo que se produce a nivel local y otro de bajo nivel y mayor retardo que se produce en el extremo remoto. Ambos pueden ser removidos por medio de los canceladores de eco pero es importante comprender que por lo general los canceladores de eco por hardware son más eficientes que aquellos construidos por software, regla que aplica principalmente a aplicaciones de Telefonía IP por Software como Asterisk.

Por otro lado algunas veces el eco se produce dentro del mismo teléfono IP por un pobre diseño acústico o por influencia directa de los materiales con los que se ha construido, lo que puede afectar el desempeño de teléfonos IP de bajo costo aunque cuentan con una electrónica de calidad son afectados a nivel acústico al permitir un retorno de la voz entre el auricular y el micrófono. Por lo general este tipo de eco no puede ser resuelto con canceladores de eco externos al teléfono.

Un eco menor que 50 ms es imperceptible. Por encima de este valor, la persona que habla, oirá su propia voz después de haber hablado. Si se desea ofrecer un servicio de telefonía IP, las pasarelas (gateway) tendrán que procesar el eco generado por la transferencia de dos a cuatro hilos, de lo contrario, no será posible utilizar el servicio con equipos analógicos clásicos.

## **2.5. PSTN**

La red telefónica pública conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network) es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar y establece así un circuito con el receptor de la llamada [5].

También la PSTN es conocida como la red pública conmutada (RTC) o red telefónica básica (RTB), la RTB es el origen de todas las redes conmutadas de teléfono. Una diferencia muy importante entre la RTB e Internet es la noción de “flujo de información”. En telefonía los flujos de información son cada una de las llamadas o conversaciones mientras que en Internet es cada uno de los paquetes de datos.

En su momento, las redes telefónicas convencionales fueron diseñadas únicamente para la transmisión de voz. La cosa se empezó a complicar cuando en escena entraron los datos. Entonces, voz y datos en forma de bits (imagen, sonido, vídeo, gráficos en movimiento) comenzaron a compartir un canal que, aunque en principio soporta esta convivencia, con el desarrollo de las telecomunicaciones y, sobre todo, con su popularización, simplemente se ha saturado. La inmediata consecuencia de esto es la lentitud con que viajan estos datos.

Utilizando el cable telefónico normal, basado en el par de cobre (dos alambres de este material rodeados de plástico), la mayor velocidad que se alcanza con el módem más rápido es de 56 Kilobits por segundo (Kbps). Incluso usando la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), la máxima velocidad de transmisión que se logra es de 128 Kbps. Con el ADSL, esta velocidad sube hasta los 8 Megabits por segundo (Mbps) en dirección al centro del usuario (recepción) y 1 Mbps en el sentido opuesto (envío). Como se ve, el incremento en el flujo de datos es más que considerable el uso de la red IP para realizar llamadas que son el envío y recepción de datos.

### **2.5.1. Señalización en telefonía tradicional**

Las centrales telefónicas son los “routers” de la RTB. Para poder conectar nuestra central se realiza de 2 formas que son por circuitos análogos y por circuitos digitales, los circuitos análogos son los más convencionales y usados ya que en casa se tiene líneas telefónicas análogas, cada línea análoga que vaya a ser conectada en la central se necesita un puerto FXO (Foreign Exchange Office), para poder salir hacia la PSTN [6].

FXS (Foreign Exchange Station) y FXO son los nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas.

FXO es la interfaz de central externa, es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono, o el enchufe de la central telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO esta adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina “dispositivo FXO”.

FXS es la a interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada.

En pocas palabras, para explicarlo más llanamente, el FXS genera el tono y el voltaje necesario para hacer timbrar el dispositivo FXO, para cada línea análoga se requiere un puerto FXO

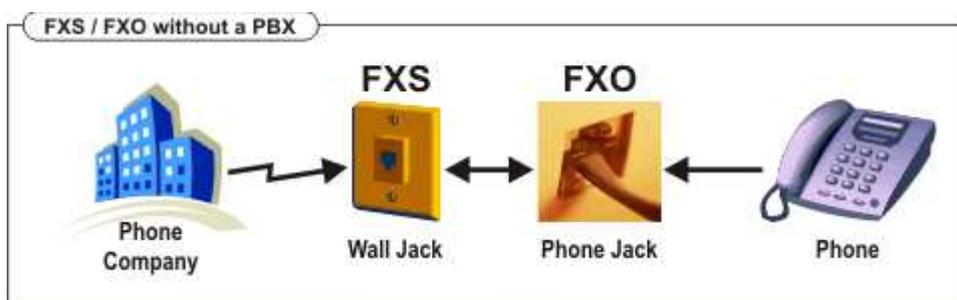


Figura 2. 2 Un teléfono conectado a la compañía telefonía sin PBX

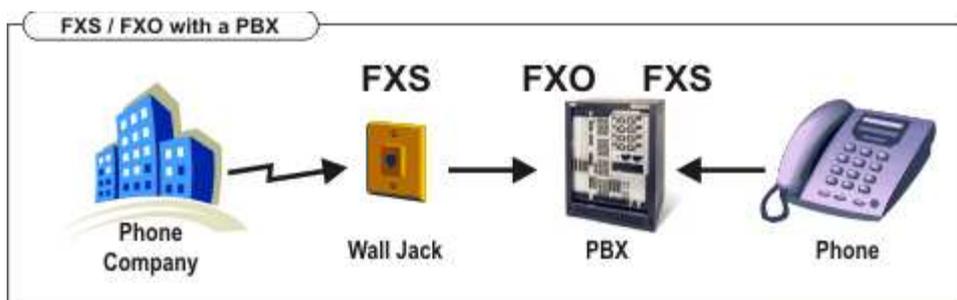


Figura 2. 3 Un teléfono conectado a la compañía telefonía con una PBX

### 2.5.2. Señalización analógica

Cada vez que se usa una línea telefónica se intercambian un conjunto de “señales”. Las señales sirven para ofrecer información del estado de la llamada al usuario. Algunas de esas señales son el tono de marcado o el tono de línea ocupada, estas señales se transmiten entre el FXS y el FXO haciendo uso de un protocolo conocido como “señalización”.

Los métodos de señalización son diferentes de un lugar a otro, dos de los métodos de señalización más conocidos son el “loop start” y el “ground start”.

- Loop Start (ls): se utiliza para líneas analógicas digitales y nos da el tono de timbrado cuando se cierra un circuito “loop”.
- Ground Start (gs): en este caso se coloca en corto uno de los extremos en donde se quiere realizar la llamada.

## 2.6. SEÑALIZACIÓN ENTRE CENTRALES TELEFÓNICAS

SS7 es un grupo de estándares desarrollados originalmente por la AT&T y la UIT que, entre otras cosas, se encargan de la gestión del establecimiento de llamadas y su enca minamiento entre centrales telefónicas en la RTB. Una cosa muy importante que se debe entender es que en la red telefónica tradicional, la voz y las señales auxiliares (señalización) están claramente separadas. Esto significa que existe un “circuito” dedicado a voz y otro circuito independiente para el intercambio de las señales encargadas del establecimiento de las llamadas. Esta información “adicional” necesaria en cada llamada se intercambia usando un protocolo conocido como SS7 [7].

El hecho de que la voz y la señalización están separadas significa que los flujos de información pueden tomar caminos físicos totalmente diferentes. Imagínate que las “conversaciones” pueden viajar por un cable mientras que los números de teléfono de los comunicantes se envían por otro.

Las principales características de SS7 son:

1. Alta flexibilidad: puede ser empleado en diferentes servicios de telecomunicaciones
2. Alta capacidad: Un solo enlace de señalización soporta cientos de troncales.
3. Alta velocidad: establecer una llamada a través de varias centrales toma menos de 1 segundo.
4. Alta confiabilidad: contienen poderosas funciones para eliminar problemas de la red de señalización. Un ejemplo es la posibilidad de escoger enlaces alternos para la señalización.
5. Economía: puede ser usado por un amplio rango de servicios de telecomunicaciones. Requiere menos hardware que los sistemas anteriores.

El Sistema de Señalización 7 (SS7) por canal común es el más utilizado en telecomunicaciones públicas, porque soporta la señalización de abonados telefónicos analógicos y digitales. Funciona como una red de señalización conformada por puntos de señalización y enlaces de señalización, sobre la cual se conmutan los mensajes de señalización. El SS7 puede aplicarse a todas las redes de telecomunicaciones nacionales e internacionales, así como en redes de servicios especializados (RSE) y en las redes de servicios digitales. En un futuro próximo, se va a estar ante un nuevo entorno de comunicaciones, caracterizado, entre otros aspectos, por el estratégico papel que va a jugar la señalización y por el incremento importante en el intercambio del tráfico de señalización que se va a producir entre los distintos elementos de red que intervienen en la prestación de servicios.

## **2.7. CONMUTACIÓN.**

La conmutación es la conexión que realizan los diferentes nodos que existen en distintos lugares y distancias para lograr un camino apropiado para conectar dos usuarios de una red de telecomunicaciones. La conmutación permite la descongestión entre los usuarios de la red disminuyendo el tráfico y aumentando el ancho de banda.

Existen tres tipos de conmutación [8]:

- Conmutación de circuitos
- Conmutación de mensajes
- Conmutación de paquetes

### **2.7.1. Conmutación de circuitos**

La comunicación entre dos estaciones utilizando conmutación de circuitos implica la existencia de un camino dedicado entre ambas estaciones. Dicho camino está constituido por una serie de enlaces entre algunos de los nodos que conforman la red. En cada enlace físico entre nodos, se utiliza un canal lógico para cada conexión. Esto se denomina circuitos virtuales y en un escenario ideal los usuarios del circuito no perciben ninguna diferencia con respecto a un circuito físico y no tienen conocimiento del uso compartido de circuitos físicos.

Una comunicación mediante circuitos conmutados posee tres etapas bien definidas

#### **Establecimiento del circuito**

Cuando un usuario quiere obtener servicios de red para establecer una comunicación se deberá establecer un circuito entre la estación de origen y la de destino. En esta etapa dependiendo de la tecnología utilizada se pueden establecer la capacidad del canal y el tipo de servicio.

### **Transferencia de datos**

Una vez que se ha establecido un circuito puede comenzar la transmisión de información. Dependiendo del tipo de redes y del tipo de servicio la transmisión será digital o analógica y el sentido de la misma será unidireccional o full duplex.

### **Cierre del circuito**

Una vez que se ha transmitido todos los datos, una de las estaciones comienza la terminación de la sesión y la desconexión del circuito. Una vez liberado los recursos utilizados por el circuito pueden ser usados por otra comunicación.

En una conmutación por circuitos, la capacidad del canal se reserva al establecer el circuito y se mantiene durante el tiempo que dure la conexión, incluso si no se transmiten datos.

Un caso típico de utilización de conmutación de circuitos es el sistema telefónico original. En donde al realizar una llamada se establecía un circuito, el cual se mantenía hasta la finalización de la comunicación.

### **Ventajas:**

- La transmisión se realiza en tiempo real, siendo adecuado para comunicación de voz y video.
- No existe congestión después de conectado el circuito.

**Desventajas:**

- Se necesita un tiempo para realizar la conexión, lo que conlleva un retraso en la transmisión de la información.
- Se desperdicia ancho de banda, ya que si se usa o no el canal el ancho de banda es el mismo.

**2.7.2. Conmutación de mensajes**

Este método era el usado por los sistemas telegráficos, siendo el más antiguo que existe. Para transmitir un mensaje a un receptor, el emisor debe enviar primero el mensaje completo a un nodo intermedio el cual lo encola en la cola donde almacena los mensajes que le son enviados por otros nodos. Luego, cuando llega su turno, lo reenviará a otro y éste a otro y así las veces que sean necesarias antes de llegar al receptor. El mensaje deberá ser almacenado por completo y de forma temporal nodo intermedio antes de poder ser reenviado al siguiente, por lo que los nodos temporales deben tener una gran capacidad de almacenamiento.

**Ventajas**

- Puede transmitir un mismo mensaje a todos los nodos de la red.

**Desventajas**

- Si la capacidad de almacenamiento de un nodo está llena y llega un nuevo mensaje éste no podrá ser almacenado en el nodo. Por lo tanto, se perderá definitivamente.
- Un mensaje puede acaparar una conexión de un nodo a otro mientras transmite un mensaje, lo que lo incapacita para poder ser usado por otros nodos

### 2.7.3. Conmutación de paquetes

#### Ventajas

- Gran flexibilidad y rentabilidad en las líneas que se logran con esta técnica.
- Si existe un error en uno de los paquetes enviados o éste se pierde, sólo tendría que ser reenviado este paquete y no el mensaje completo.
- El tiempo de transmisión de los paquetes es casi inmediato por tal motivo casi no existe retardo.
- Se asignan prioridades: así, un nodo puede seleccionar de su cola de paquetes en espera de ser transmitidos aquellos que tienen mayor prioridad.

#### Desventajas

- Algunos paquetes pueden tardar demasiado en llegar a su destino. Esto hace que el receptor considere que éste se ha perdido, enviando al emisor una solicitud de reenvío y dando lugar a la llegada de paquetes repetidos.

### 2.8. PBX

PBX son las siglas de Private Branch Exchange. Una PBX se encarga de establecer conexiones entre terminales de una misma empresa, o de hacer que se cursen llamadas al exterior. Hace que las extensiones tengan acceso desde el exterior, desde el interior, y ellas a su vez tengan acceso también a otras extensiones y a una línea externa.

Una de las ventajas principales de las centrales privadas es el ahorro generado ya que al evitar la utilización de la telefonía pública para llamadas internas y con la evolución de los equipos, comenzaron a ofrecerse servicios adicionales que no estaban presentes en las redes telefónicas tradicionales como conferencia entre grupos, desvío de llamadas, etc. Con las centrales digitales se hizo posible conectar la central a distintos tipos de enlaces como ser el de una línea E1/T1 o una ISDN [9].

Las centrales asterisk se construyen a partir de una computadora común, corriendo un software determinado. Se trata de una central que opera completamente en VoIP. La conversión a teléfonos tradicionales se debe realizarse mediante dispositivos externos o placas internas al servidor. También es posible conectar teléfonos SIP directamente a la red, de modo que se obtiene el comportamiento de un teléfono normal.

## **2.9. ASTERISK**

Asterisk es una PBX para telefonía IP y telefonía tradicional. Desde el punto de vista de un ambiente telefónico de paquetes, asterisk se comporta como un gatekeeper brindando características de soporte y administración de llamadas IP. Además, asterisk tiene la capacidad de funcionar también como un gateway para permitir la conexión con redes telefónicas tradicionales basadas en conmutación de circuitos [10].

La principal ventaja de asterisk es que permite convertir a una computadora personal que tenga Linux en una central telefónica lista para brindar las funciones de una IP PBX. Al ser Linux un sistema de libre distribución y al requerirse una computadora personal para el funcionamiento de asterisk, los costos de implementación son reducidos en relación a otras soluciones.

Asterisk fue desarrollada originalmente por Mark Spencer de la empresa Digium Inc. Los desarrollos posteriores han sido realizados por la comunidad de código abierto, se distribuye como software del tipo “open source” y continuamente se está actualizando.

También, responde a los términos de la Licencia General Pública (GPL), lo que permite que se pueda distribuir libremente el código con o sin cambios. En el caso que se hayan realizado cambios, la distribución deberá incluir el código fuente de asterisk y el de los cambios realizados, sin restricciones de uso posterior o distribución.

En ambientes con oficinas remotas, puede permitir que la red telefónica de la empresa aparente ser local incluso para las extensiones de las oficinas distantes. Además, soporta que la comunicación de la voz entre oficinas remotas se realice usando el Internet lo que ayuda a disminuir costos.

En definitiva, el usuario puede limitarse a entender la configuración de la central e implementarla para tener una central telefónica de VoIP que incluya o supere las características de muchos productos comerciales. Una vez que una llamada se encuentre dentro del servidor Linux con asterisk se puede hacer casi cualquier cosa con ella, como enrutarla a otra extensión o interfaz.

Asterisk funciona como un “middleware” que conecta las tecnologías de telefonía con las aplicaciones telefónicas como se muestra en la parte inferior de la Figura. 2.5. Las tecnologías de telefonía pueden ser servicios de VoIP como: SIP, H.323, IAX y tecnologías TDM tradicionales como: T1, E1, PSTN. Las aplicaciones de telefonía incluyen servicios de voicemail, conferencia, etc. [11].

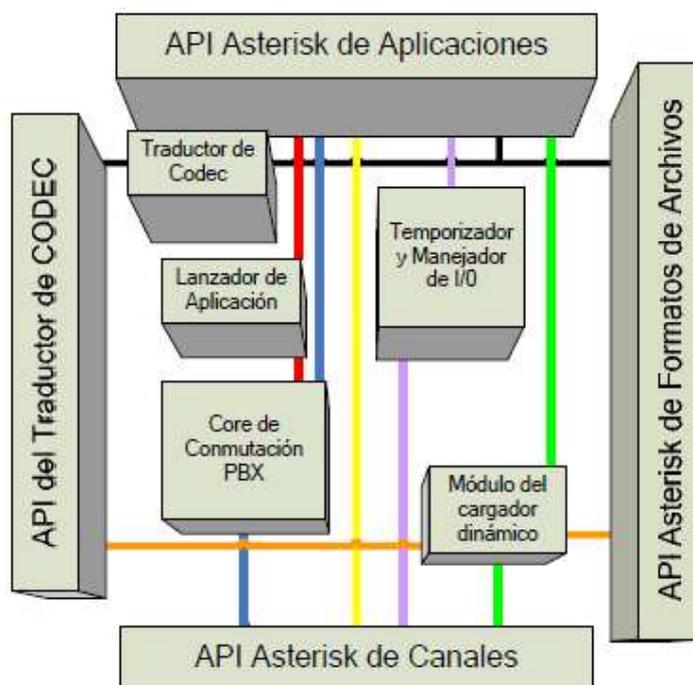


Figura 2. 4 Arquitectura asterisk

Asterisk pretende seguir la tradición de Linux y agrupa sus archivos en varios directorios que se crean en la instalación y se configuran en el archivo `asterisk.conf` que se encuentran en el directorio `/etc/asterisk/` y para configurar asterisk es mediante la introducción y modificación de comandos en diferentes archivos, en estos archivos de configuración (de hecho su extensión es `.conf`) se configuran las extensiones (los usuarios) y el Dialplan o plan de llamadas, que es donde se define que acción tomará asterisk para el manejo de llamadas saliente y entrantes.

Asterisk puede funcionar con una gran variedad de equipos que permitan que la voz sea convertida en un tipo de señal transmisible. En general funciona con todo tipo de aparato que no maneje protocolos propietarios para su funcionamiento. Entre las diversas soluciones posibles están:

- Los teléfonos usados para la mayoría de las redes tradicionales, como CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) que operan en nuestro país, se pueden conectar a la central con el uso de tarjetas con interfaces FXS y FXO.
- Muchas implementaciones PBX usan teléfonos digitales propietarios que no pueden operar en otros sistemas. Estos teléfonos no operan con asterisk. Sin embargo, algunos fabricantes han introducido gateways que permiten que sus teléfonos operen con SIP y esta característica permitiría su uso.
- Los teléfonos IP que manejen SIP y H.323, y no incluyan implementaciones propietarias pueden operar con asterisk en una red de datos normal.
- Softphones. Estos paquetes de software permiten que una computadora personal con una tarjeta de audio, micrófono y audífonos pueda interactuar con el usuario como si fuera un aparato telefónico VoIP. Si el softphone soporta SIP o H.323 y no usa implementaciones propietarias puede funcionar con asterisk.

El objetivo de asterisk es tener tantas llamadas como sea posible en una red de datos. Esto puede ser hecho codificando en una forma que use menos banda ancha, este es el papel de CODEC (Coder/DeCoder), entre los codec's que soporta asterisk se tiene los siguientes [12]:

- G.711 ulaw (usado en USA) – (64 Kbps).
- G.711 alaw (usado en Europa) – (64 Kbps).
- G.723.1 – Modo Plass-through
- G.726 - 32kbps en Asterisk1.0.3, 16/24/32/40kbps
- G.729 – requiere adquisición de licencia, a menos que este siendo usando en modo Plass-thru (8Kbps).
- GSM – (12-13 Kbps)

- iLBC – (15 Kbps)
- LPC10 - (2.5 Kbps)
- Speex - (2.15-44.2 Kbps)

## **Protocolos**

Para enviar datos de un teléfono a otro sería fácil si los datos encontrasen su propio camino para el otro teléfono destino. Desafortunadamente esto no sucede así, es preciso un protocolo de señalización para establecer las conexiones, determinar el punto de destino, y también cosas relacionadas a señalización de telefonía como el tono y tiempo de duración de este, identificador da llamada, desconexión etc.

Hoy en día es común el uso de SIP (Session Initiated Protocol), y otros protocolos como el más recientemente el IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol) que es excepcional cuando se trata de trunking y NAT (Network Address Translation).

## **ESCENARIO DE USO DE ASTERISK**

Como se conoce asterisk es un PBX híbrido que integra tecnologías con funcionalidad de unidades de respuesta automática y distribución automática de llamadas. En la figura 2.5 se puede ver que Asterisk se puede conectar a una operadora de telecomunicaciones o un PABX usando interfaces analógicas o digitales. Los teléfonos pueden ser IP, analógicos o ADSI que es un teléfono analógico con display digital.



Figura 2. 5 Esquema entre tecnologías IP y TDM

El sistema incorpora muchas funcionalidades avanzadas que tendrían un elevado costo en sistemas tradicionales propietarios, pero gracias a asterisk estas funcionalidades de uso tendrán un valor económico bajo, enumeramos sólo los más importantes:

- Buzón de Voz: sistema de contestador automático personalizado por usuario. Se integra con el sistema de directorio (LDAP) y con el email.
- Sistema de Audio conferencias: Sistema que permite la conexión remota de diferentes usuarios que quieren mantener una reunión virtual y suministra la correcta gestión y control de los usuarios que se incorporan a ella.
- IVR: Operadora Automática. Sistema automatizado de respuesta que permite redirigir las llamadas entrantes en función de las opciones seleccionadas por el llamante.
- Informes detallados de llamadas (CDR): Detalle de llamadas realizadas/recibidas por extensión, para imputación de costes departamentales, por cliente o incluso para facturación.
- Sistema de mensajería unificada: Es un sistema donde todos los mensajes son direccionados para un único lugar, por ejemplo, la casilla de correo electrónico de un

usuario. En este caso los mensajes de e-mail, junto con los mensajes de correo de voz y fax serían encaminados para buzón de voz del usuario. En Asterisk también se da la posibilidad de hacerlo.

- Servidor de música en espera: Parece esto algo sin mucha importancia, sin embargo, en la mayoría de las centrales telefónicas es preciso colocar para que el usuario permanezca oyendo la música en espera.
- Discado automático: Esto es muy útil en telemarketing, se puede programar el sistema para discado automático y distribuir en una lista. Pero esta es una tecnología que es vendida separadamente en otros PBX. En Asterisk se puede programar un discado y existen diversos ejemplos de discadores disponibles en Internet.
- Sala de Conferencia: Permite que varios usuarios hablen en conjunto. Se selecciona una red para armar la sala de conferencia y todos los que disquen hacia ella estarán inmediatamente conectados.

Estas son algunas de las funcionalidades actuales de Asterisk, nuevas aplicaciones están surgiendo a cada día [13].

Para operar asterisk se tiene los siguientes comandos básicos como se muestra en la tabla 2.2, tabla 2.3, tabla 2.4:

Tabla 2. 2 Iniciar y detener asterisk

INICIAR Y DETENER ASTERISK	
Asterisk	Arrancar asterisk
asterisk -c	Iniciar asterisk y abrir la consola remota
asterisk -r	Ingresar a la consola remota
asterisk -rx 'comando'	Ejecutar comando sin ingresar a la consola
core stop now	Detener el servicio asterisk desde la consola

core stop gracefully	Detener el servicio asterisk cuando todos los canales se encuentren activos
core stop when convenient	Detener el servicio asterisk desde la consola
exit	Salir de la consola

Tabla 2. 3 Comandos importantes

<b>COMANDOS IMPORTANTES CLI</b>	
set verbose 5	
sip show peers	
sip show cannels	
iax2 show peers	

Estos comandos se digitan en la venta de CLI de asterisk para ver sus distintas herramientas y cuentas.

Tabla 2. 4 Servicios

<b>SERVICIOS</b>	
service asterisk start	Iniciar servicio
service asterisk restart	Reiniciar servicio
service asterisk stop	Detener servicio
service asterisk status	Obtener estado del servicio

Estos comandos para que trabajen sin ningún problema se deben digitar en ventana de comandos directamente sin acceder al modo texto de asterisk.

## 2.10. ELASTIX

Elastix fue creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana Palo-Santo Solutions. Elastix fue liberado por primera vez en marzo de 2006 pero no se trataba de una distribución sino más bien de una interfaz para mostrar registros de detalles de llamadas para asterisk, fue a finales de diciembre de 2006 cuando fue lanzada como una distribución que contenía muchas herramientas interesantes administrables bajo una misma interfaz Web que llamó la atención por su usabilidad, además es una distribución de “Software Libre” de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete algunas tecnologías claves como [14]:

- VoIP PBX
- Fax
- Mensajería Instantánea
- Email
- Colaboración

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea e Email, respectivamente. La parte de sistema operativo se basa en CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores. Cada uno de estos programas es desarrollado y mantenido por diferentes compañías y comunidades.

## **CAPÍTULO III**

### **VOZ SOBRE IP (VoIP)**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN VOZ SOBRE IP (VoIP)**

La telefonía IP también llamada Voz sobre IP se puede definir como la transmisión de paquetes de voz utilizando redes de datos, la comunicación se realiza por medio del protocolo IP (Internet Protocol), permitiendo establecer llamadas de voz y fax sobre conexiones IP (Redes de Datos Corporativos, Intranets, Internet, etc.), obteniendo de esta manera una reducción de costos considerables en telefonía [15].

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, 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.

Si a todo lo anterior, se le suma el Internet, junto con el ahorro económico que este tipo de tecnologías puede llevar acarreado, entonces VoIP (Protocolo de Voz Sobre Internet - Voice Over Internet Protocol) es un tema estratégico para las empresas.

La telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empre-

sas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un call center, entre muchas otras prestaciones. Lentamente, la telefonía sobre IP está ganando terreno.

Hubo un tiempo en que la voz sobre Internet era una aplicación pequeña más de los tantos que permitía la Web. Los estándares eran dudosos y la performance del sistema dejaba mucho que desear. Aun así, muchos carriers en los Estados Unidos vieron amenazado su negocio y trataron de frenar por vías legales el avance de lo que, meses después, se planteaba como Telefonía sobre Internet.

En los años 1996, y por aquel entonces las siglas ACTA y VON (la agrupación de carriers y un organismo llamado Voice On the Net, respectivamente) resumían las posturas en pugna. Sin embargo, en medio de este juego a dos puntas, los grandes de la telefonía (AT&T y MCI) se mostraban un poco ambiguos a la hora de alinearse con sus colegas: ellos sabían que la cosa no tenía vuelta atrás [16].

Hoy en día la telefonía sobre IP empieza a ver su hora más gloriosa y es el fruto más legítimo de la convergencia tecnológica. El concepto original es relativamente simple: se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red. Gracias a otros protocolos de comunicación, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

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

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

### **Dentro de la empresa.**

Los primeros que van a aprovechar las ventajas de voz sobre IP serán las grandes compañías que, en general, se encuentran geográficamente distribuidas.

"Más allá del marco regulatorio, hay una realidad, y es el problema de los costos", asegura Daniel Marazzo, director de IDC Argentina. A medida que se sale de un mercado regulado (voz) y se va hacia uno desregulado (datos), hay un ahorro significativo a causa de la competencia. No está fuera de contexto que las empresas estén pensando, o hayan hecho pruebas o implementaciones parciales que apunten a bajar sus costos" [17].

## **3.2. TELEFONÍA IP**

Se tiene varias definiciones, todas concluyen en un punto importante que es el envío de voz comprimida y digitalizada en paquetes de datos y sobre protocolo de Internet (IP), utilizando redes de datos aprovechando el ancho de banda que ofrece y el cableado, ahorrando costos importantes para las empresas. Algunas de estas definiciones son:

Voz sobre IP se puede definir como una aplicación de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de conmutación de paquetes vía protocolo IP. La ventaja real de ésta es la transmisión de voz como datos, ya que se mejora la eficiencia del ancho de banda para transmisión de voz en tiempo real en un factor de 10.

VoIP es una tecnología que tiene todos los elementos para su rápido desarrollo. Como muestra se puede ver que compañías como Cisco, la han incorporado a su catálogo de productos, los teléfonos IP están ya disponibles y los principales operadores mundiales, así como “Telefónica” (operadora española de servicios de telecomunicaciones), están promoviendo activamente el servicio IP a las empresas, ofreciendo calidad de voz a través del mismo. Por otro lado se tiene ya un estándar que garantiza interoperabilidad entre los distintos fabricantes. La conclusión parece lógica: hay que estudiar cómo poder implantar VoIP en nuestra empresa.

Se define la telefonía IP como el uso de paquetes IP para tráfico de voz full-duplex. Estos paquetes son transmitidos a través de internet o de redes IP privadas. El componente clave de la tecnología en telefonía IP son los equipos que convierten la señal de voz analógica en paquetes IP. Estos equipos pueden ser tarjetas específicas para PC, software específico o servidores-pasarela de voz. Estos equipos consiguen una calidad comparable a la telefonía móvil analógica a 5 Kbps. a partir de algoritmos de compresión que explotan las redundancias, pausas y silencios del habla.

La telefonía IP es una tecnología que permite el transporte de voz sobre redes IP, produciendo un efectivo ahorro en el gasto que incurren las corporaciones para sus llamadas de larga distancia nacional e internacional. Mediante la instalación de gateways y paquetes de software en dependencias estratégicas de la corporación, es posible obtener beneficios económicos tangibles a corto plazo al sustituir minutos de larga distancia convencional por minutos de voz sobre IP a un costo menor [18].

El Protocolo Internet en un principio se utilizó para el envío de datos, actualmente debido al creciente avance tecnológico, es posible enviar también voz digitaliza-

da y comprimida en paquetes de datos, los cuales pueden ser enviados a través de Frame Relay, ATM, Satélite, etc. Una vez que estos paquetes llegan a su destino son nuevamente reconvertidos en voz.

### **3.2.1. Elementos para construir aplicaciones VoIP**

Los elementos básicos para cualquier aplicación de VoIP son:

- Teléfonos IP.
- Softphone.
- Hubs telefónicos
- Gatekeeper
- Gateway
- Adaptadores para PC.

De una manera gráfica los elementos se puede observar en la figura 3.1.

#### **Gatekeeper**

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

#### **Gateway**

Es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI (Red Digital de Servicios Inte-

grados). Podemos considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene un interface LAN y por el otro dispone de uno o varios de los siguientes interfaces:

- FXO. Para conexión a extensiones de centralitas o a la red telefónica básica.
- FXS. Para conexión a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos.
- E&M. Para conexión específica a centralitas.
- BRI. Acceso básico RDSI (2B+D)
- PRI. Acceso primario RDSI (30B+D)
- G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centralitas a 2 Mbps [19].

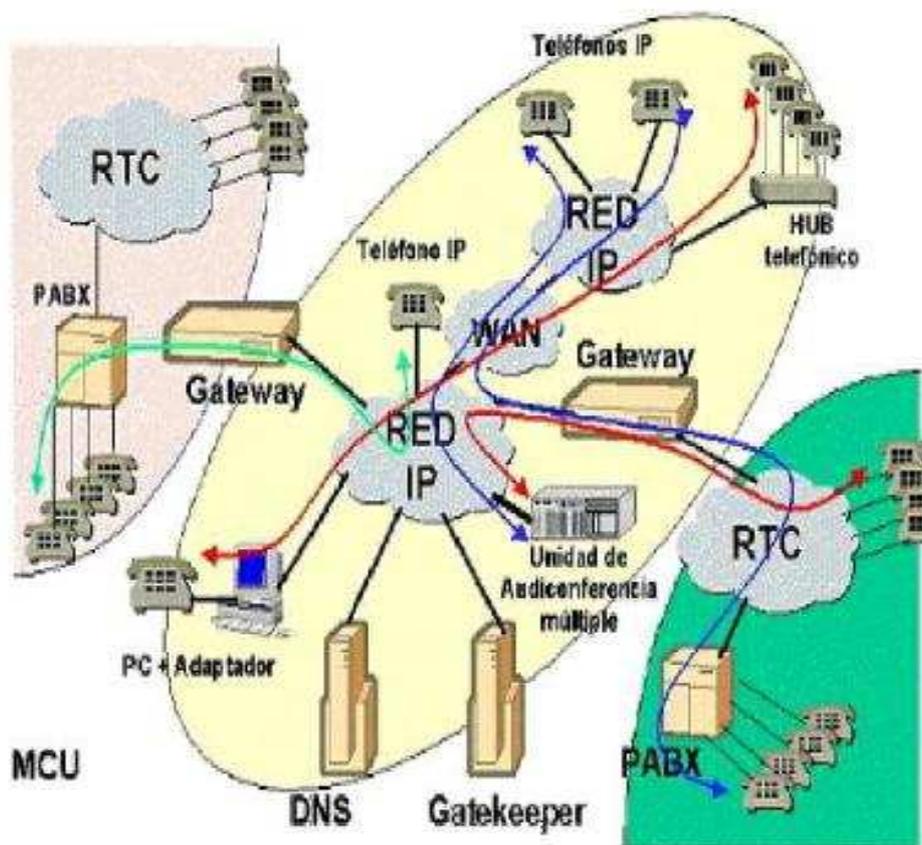


Figura 3. 1 Esquema de elementos de una red VoIP

### **3.2.2. Tipos de redes IP**

Se tiene distintos tipos de redes como internet, intranet, red IP pública [20].

#### **3.2.2.1. Internet**

Internet es una inmensa red de ordenadores y equipos interconectados entre sí, que permite intercambiar información de cualquier tipo en muy poco tiempo y estando a miles de kilómetros de distancia.

Por poner un ejemplo, se puede estar con un ordenador en Barcelona y conectarse a otro ordenador físicamente ubicado en Nueva York. Una vez realizada la conexión por Internet, podemos bajarnos una canción o una película de ese ordenador de Nueva York y Viceversa. Todo esto en un tiempo record, siempre dependiendo del tamaño del archivo y el tipo de conexión.

La Internet se creó en 1968 por el ejército estadounidense como un medio seguro para no quedarse incomunicado y aislado en caso de catástrofe (nuclear u otro tipo de ataque). Lo que no se imaginaban era que evolucionaría en una robusta red de computadoras mundialmente extendida y de uso público, permitiendo a las personas comunicarse de forma instantánea. Aunque es una red sin fronteras o dueños definidos, está gestionada para grandes empresas llamadas proveedoras de servicios de Internet (ISPs), que son las que dan los servicios de Internet requeridos.

#### **3.2.2.2. Intranet.**

Una Intranet es una red privada empresarial o educativa que utiliza los protocolos TCP/IP de Internet para su transporte básico. Los protocolos pueden ejecutar una variedad de Hardware de red, y también, pueden coexistir con otros protocolos de red,

como IPX. Aquellos empleados que están dentro de una Intranet pueden acceder a los amplios recursos de Internet, pero aquellos en Internet no pueden entrar en la Intranet, que tiene acceso restringido.

Una Intranet se compone frecuentemente de un número de redes diferentes dentro de una empresa que se comunica con otra mediante TCP/IP. Estas redes separadas se conocen a menudo como sub - redes. El software que permite a la gente comunicarse entre ella vía e-mail y tableros de mensaje públicos, y colaborar en la producción usando software de grupos de trabajo, está entre los programas de Intranets más poderosos. Las aplicaciones que permiten a los distintos departamentos empresariales enviar información, y a los empleados rellenar formularios de la empresa (como las hojas de asistencia) y utilizar la información corporativa financiera, son muy populares. La mayoría del software que se utiliza en las Intranets es estándar: software de Internet como el Netscape, Navigator y los navegadores Explorer para Web de Microsoft. Y los programas personalizados se construyen frecuentemente usando el lenguaje de programación de Java y el de guión de CGI.

Las Intranets también se pueden utilizar para permitir a las empresas llevar a cabo transacciones de negocio a negocio como: hacer pedidos, enviar facturas, y efectuar pagos. Para mayor seguridad, estas transacciones de Intranet a Intranet no necesitan nunca salir a Internet, pero pueden viajar por líneas alquiladas privadas. Son un sistema poderoso para permitir a una compañía hacer negocios en línea, por ejemplo, permitir que alguien en Internet pida productos. Cuando alguien solicita un producto en Internet, la información se envía de una manera segura desde Internet a la red interna de la compañía, donde se procesa y se completa el encargo. La información enviada a través de una Intranet alcanza su lugar exacto mediante los enrutadores, que examinan la dirección IP en cada paquete TCP/IP y determinan su destino. Si este tiene que entregarse en una dirección en la misma sub - red de la Intranet desde la que fue enviado, llega directamente sin tener que atravesar otro enrutador. Si tiene que mandarse a otra sub - red de trabajo en la Intranet, se enviará a otra ruta. Si el paquete tiene que alcanzar un destino externo a la Intranet a la Intranet en otras palabras, Internet se envía a un enrutador que conecte con Internet.

Para proteger la información corporativa delicada, y para asegurar que los piratas no perjudican a los sistemas informáticos y a los datos, las barreras de seguridad llamadas firewalls protegen a una Intranet de Internet. La tecnología firewall usa una combinación de enrutadores, servidores y otro hardware y software para permitir a los usuarios de una Intranet utilizar los recursos de Internet, pero evitar que los intrusos se introduzcan en ella. Mucha Intranets tienen que conectarse a "sistemas patrimoniales": el hardware y las bases de datos que fueron creadas antes de construir la Intranet. A menudo los sistemas patrimoniales usan tecnologías más antiguas no basadas en los protocolos TCP/IP de las Intranets. Hay varios modos mediante los que las Intranets se pueden unir a sistemas patrimoniales. Un método común es usar los guiones CGI para acceder a la información de las bases de datos y poner esos datos en texto HTML formateado. Haciéndolos asequibles a un navegador para Web.

### **Protocolos en TCP/IP**

Todos los protocolos de alto nivel tienen algunas características en común como pueden ser aplicaciones escritas por el usuario o aplicaciones estandarizadas y distribuidas con un producto TCP/IP como ver la figura 3.2. De hecho, la pila TCP/IP incluye protocolos de aplicación tales como:

- TELNET para el acceso interactivo de una terminal a un host remoto.
- FTP ("File Transfer Protocol") para transferencias de alta velocidad de un disco a otro.
- SMTP ("simple mail transfer protocol") como sistema de correo de Internet.

Estas son las aplicaciones implementadas más ampliamente, pero existen muchas otras. Cada implementación TCP/IP particular incluye un conjunto más o menos restringido de protocolos de aplicación.

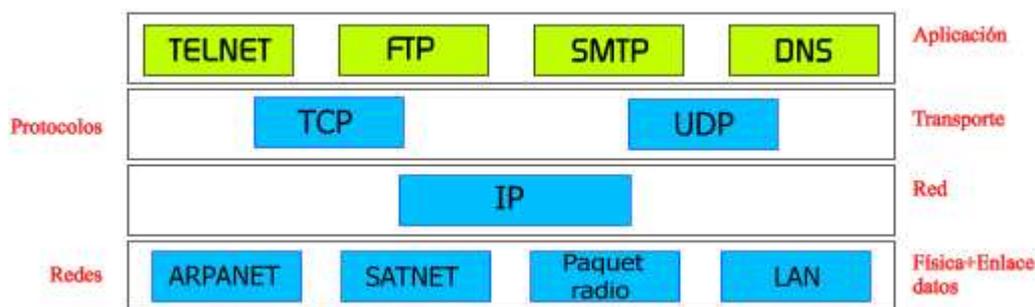


Figura 3. 2 Esquema de TCP/IP

Usan UDP o TCP como mecanismo de transporte. Recordar que UDP no es fiable ni ofrece control de flujo, por lo que en este caso la aplicación ha de proporcionar sus propias rutinas de recuperación de errores y de control de flujo. Suele ser más fácil desarrollar aplicaciones sobre TCP, un protocolo fiable, orientado a conexión. La mayoría de los protocolos de aplicación utilizan TCP, pero algunas aplicaciones se construyen sobre UDP para proporcionar un mejor rendimiento reduciendo la carga del sistema que genera el protocolo. En la mayoría de ellas usa el modelo de interacción cliente/servidor.

## COMO FUNCIONA TCP/IP E IPX EN LAS INTRANETS

Lo que distingue una Intranet de cualquier otro tipo de red privada es que se basa en TCP/IP: los mismos protocolos que se aplican a Internet [21]. TCP/IP se refiere a los dos protocolos que trabajan juntos para transmitir datos: el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo Internet (IP). Cuando envías información a través de una Intranet, los datos se fragmentan en pequeños paquetes. Los paquetes llegan a su destino, se vuelven a fusionar en su forma original. El Protocolo de Control de Transmi-

sión divide los datos en paquetes y los reagrupa cuando se reciben. El Protocolo Internet maneja el encaminamiento de los datos y asegura que se envíen al destino exacto.

En algunas empresas, puede haber una mezcla de Intranets basadas en TCP/IP y redes basadas en otra tecnología, como NetWare. En este caso, la tecnología TCP/IP de una Intranet se puede utilizar para enviar datos entre NetWare y otras redes, usando una técnica llamada IP canalizado. Las redes NetWare usan el protocolo IPX (Intercambio de Paquetes en Internet) como medio de entregar datos y las redes TCP/IP no pueden reconocer este protocolo. Cuando un paquete IP mediante un servidor NetWare específico y que se dedica a ofrecer el mecanismo de transporte del IP para los paquetes IPX.

Los datos enviados dentro de una Intranet deben separarse en paquetes menores de 1.500 caracteres. TCP divide los datos en paquetes. A medida que crea cada paquete, calcula y añade un número de control a éstos. El número de control se basa en los valores de los bytes, es decir, la cantidad exacta de datos en el paquete.

Cada paquete, junto al número de control, se coloca en envases IP o "sobre" separados. Estos envases contienen información que detalla exactamente donde se van a enviar los datos dentro de la Intranet o de Internet. Todos los envases de una clase de datos determinada tienen la misma información de direccionamiento así que se pueden enviar a la misma localización para reagruparse.

Los paquetes viajan entre redes Intranets gracias a enrutadores de Intranets. Los enrutadores examinan todos los envases IP y estudian sus direcciones. Estos direccionadores determinan la ruta más eficiente para enviar cada paquete a su destino final. Debido a que el tráfico en una Intranet cambia frecuentemente, los paquetes se pueden enviar por caminos diferentes y puedan llegar desordenados. Si el enrutador observa que la dirección está localizada dentro de la Intranet, el paquete se puede enviar directamente a su destino, o puede enviarse a otro enrutador. Si la dirección se localiza fuera de Internet, se enviará a otro enrutador para que se pueda enviar a través de ésta.

A medida que los paquetes llegan a su destino, TCP calcula un número de control para cada uno. Después compara este número de control con el número que se ha enviado en el paquete. Si no coinciden, CP sabe que los datos en el paquete se han degradado durante el envío. Después descarta el paquete y solicita la retransmisión del paquete original.

TCP incluye la habilidad de comprobar paquetes y determinar que se han recibido todos. Cuando se reciben los paquetes no degradados, TCP los agrupa en su forma original, unificada. La información de cabecera de los paquetes comunica el orden de su colocación.

Una Intranet trata el paquete IP como si fuera cualquier otro, y envía el paquete a la red NetWare receptora, un servidor TCP/IP NetWare abre el paquete IP descarta el paquete IP, y lee el paquete IPX original. Ahora puede usar el protocolo IPX para entregar los datos en el destino exacto.

### **3.2.2.3. Red IP pública**

Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet.

### **3.2.3. Escenarios de la voz IP en el servicio de telefonía**

#### **3.2.3.1. Llamadas PC a PC**

En los ordenadores sólo necesitan tener instalada la misma aplicación encargada de gestionar la llamada telefónica, y estar conectados a la Red IP, Internet generalmente, para poder efectuar una llamada IP. Al fin y al cabo es como cualquier otra aplicación Internet, por ejemplo un chat.

#### **3.2.3.2. Llamadas teléfono a teléfono**

El origen como el destino necesita ponerse en contacto con un Gateway. Supongamos que el teléfono A descuelga y solicita efectuar una llamada a B. El Gateway de A solicita información al Gatekeeper sobre cómo alcanzar a B, y éste le responde con la dirección IP del Gateway que da servicio a B. Entonces el Gateway de A convierte la señal analógica del teléfono A en un caudal de paquetes IP que encamina hacia el Gateway de B, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono B, el Gateway de B se encarga de enviar la señal analógica al teléfono B.

Por tanto tenemos una comunicación telefónica convencional entre el teléfono A y el Gateway que le da servicio (Gateway A), una comunicación de datos a través de una red IP, entre el Gateway A y el B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway que da servicio al teléfono B (Gateway B).

### 3.2.3.3. Llamadas PC a teléfono y/o viceversa

Un sólo extremo necesita ponerse en contacto con un Gateway. El PC debe contar con una aplicación que sea capaz de establecer y mantener una llamada telefónica. Supongamos que un ordenador A trata de llamar a un teléfono B. En primer lugar la aplicación telefónica de A ha de solicitar información al Gatekeeper, que le proporcionará la dirección IP del Gateway que da servicio a B. Entonces la aplicación telefónica de A establece una conexión de datos, a través de la Red IP, con el Gateway de B, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono B. El Gateway de B se encarga de enviar la señal analógica al teléfono B.

Por tanto tenemos una comunicación de datos a través de una red IP, entre el ordenador A y el Gateway de B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway que da servicio al teléfono B (Gateway B).

### 3.2.4. Señalización en telefonía IP

La señalización en voz sobre IP sigue unos principios muy parecidos a la señalización en RTB [22]. Las señales y las conversaciones están claramente diferenciadas. En esta sección introducimos tres protocolos de VoIP.

Que vamos a integrar en nuestra futura PBX: SIP e IAX2. Sin dejar de mencionar al protocolo H.323 como una opción

### 3.2.4.1. Protocolo H.323 Sobre redes IP

H.323 es una recomendación del ITU-T (International Telecommunication Union), ver figura 3.3, que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. A partir del año 2000 se encuentra implementada por varias aplicaciones de Internet que funcionan en tiempo real como Microsoft Netmeeting y Ekiga (Anteriormente conocido como GnomeMeeting, el cual utiliza la implementación OpenH323). Es una parte de la serie de protocolos H.32x, los cuales también dirigen las comunicaciones sobre RDSI, RTC o SS7.

H.323 es utilizado comúnmente para Voz sobre IP (VoIP, Telefonía de Internet o Telefonía IP) y para videoconferencia basada en IP. Es un conjunto de normas (recomendación paraguas) ITU para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable. Además, es independiente de la topología de la red y admite pasarelas, permitiendo usar más de un canal de cada tipo (voz, vídeo, datos) al mismo tiempo.

La topología clásica de una red basada en H-323.

- Portero: realiza el control de llamada en una zona. Es opcional pero su uso está recomendado, de modo que si existe, su uso será obligatorio. Traduce direcciones, ofrece servicio de directorio, control de admisión de terminales, control de consumo de recursos y procesa la autorización de llamadas, así como también puede encaminar la señalización.

- Pasarela: es el acceso a otras redes, de modo que realiza funciones de transcodificación y traducción de señalización.
- MCU: soporte multiconferencia. Se encarga de la negociación de capacidades.

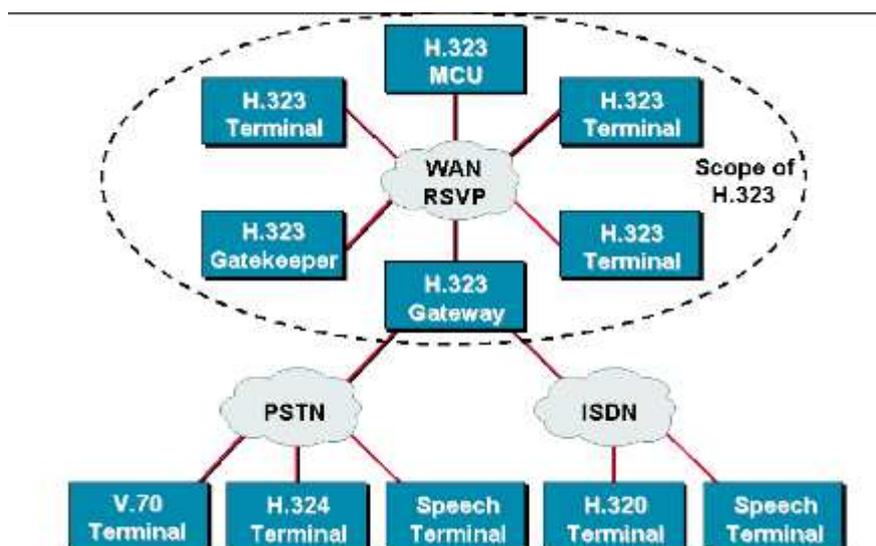


Figura 3.3 Alcance de la norma H.323

#### 3.2.4.2. Terminal H.323

Un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y /o datos entre los dos terminales. Conforme a la especificación, un terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, o voz, datos y vídeo.

Un terminal H.323 consta de las interfaces del equipo de usuario, el códec de video, el códec de audio, el equipo telemático, la capa H.225, las funciones de control del sistema y la interfaz con la red por paquetes.

### 3.2.4.3. Gateway H.323

Es un sistema que proporciona entrada a una red y salida de una red. Las pasarelas son las responsables de traducir el control del sistema, los codecs de audio y los protocolos de transmisión entre los diferentes estándares ITU.

Dada la gran cantidad de redes que utilizan IP, la mayoría de las implementaciones H.323 estarán basadas en IP. Por ejemplo, la mayor parte de las aplicaciones de telefonía IP están basadas en la configuración H.323 mínima que incluye códec de audio, control del sistema y componentes de red. H.323 requiere un servicio TCP extremo a extremo fiable para documentar y controlar las funciones. Sin embargo, utiliza un sistema no fiable para transportar información de audio y video. H.323 se basa en el Protocolo de Tiempo Real (Real-time Protocol, RTP) y el Protocolo de Control de Tiempo Real (Real-Time Control Protocol, RTCP) por encima de la UDP para ofrecer corrientes de audio en redes basadas en paquetes

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:

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

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

Señalización:

1. Señalización inicial de llamada.
2. H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, paquetización y sincronización del flujo de voz.
3. H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para flujos de voz.

Compresión de voz:

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

Transmisión de voz:

1. 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.
2. RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

Control de la transmisión:

RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

Como en la siguiente figura se visualiza gráficamente el nivel en el que trabajan estos protocolos cuando se establece una llamada VoIP.



Figura 3. 4 Pila de protocolos en VoIP

El hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, ver figura3.4, como es IP, permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrir. Una idea que parece inmediata es que el papel tradicional de la centralita telefónica quedaría distribuido entre los distintos elementos de la red VoIP. En este escenario, tecnologías como CTI (computer-telephony integration) tendrán una implantación mucho más simple. Será el paso del tiempo y la imaginación de las personas involucradas en estos entornos, los que irán definiendo aplicaciones y servicios basados en VoIP [23].

### 3.2.5. Protocolo IAX ( InterAsterisk Exchange)

El protocolo IAX fue desarrollado por Digium para el propósito de comunicarse con otros servidores Asterisk (de ahí "el Inter-Asterisk eXchange protocolo"). IAX es un protocolo de transporte (al igual SIP) que utiliza un único puerto UDP (4569) para el canal de señalización y en tiempo real del transporte (RTP) Protocolo de arroyos. Como

se explica más adelante, esto hace que sea más fácil de cortafuegos y es más probable que el trabajo detrás de NAT.

IAX también tiene la capacidad única de tronco múltiples sesiones en un solo flujo de datos, que puede ser una enorme ventaja de ancho de banda al enviar una gran cantidad de canales simultáneos a una casilla de distancia. Trunking permite múltiples flujos de datos a ser representados con un solo datagrama de cabecera, a la disminución de los gastos generales relacionados con los distintos canales. Esto ayuda a la disminución de la latencia y reducir la potencia de procesamiento y ancho de banda necesario, lo que permite el protocolo a escala mucho más fácilmente con un gran número de canales activos entre puntos finales.

Desde IAX fue optimizado para voz, que ha recibido algunas críticas por no apoyar el vídeo pero, de hecho, IAX tiene el potencial para desempeñar casi cualquier flujo de los medios de comunicación deseada. Debido a que es un protocolo abierto, en el futuro los tipos de medios seguros de que se incorporarán como deseos de la comunidad.

Muchas de las soluciones incluyen el uso de una red privada virtual (VPN), aparato o software para cifrar la secuencia en otro nivel de la tecnología, que requiere a los criterios de valoración previa al establecimiento de un método de haber figurado con estos túneles y operacionales.

El protocolo IAX2 fue deliberadamente diseñado para trabajar desde detrás de la realización de los dispositivos NAT. El uso de un único puerto UDP tanto para la señalización y la transmisión de los medios de comunicación también se mantiene el número de agujeros necesarios en el cortafuego a un mínimo. Estas consideraciones han ayudado a hacer IAX uno de los protocolos más fácil para aplicar en redes seguras.

### 3.2.6. Protocolo SIP (Session Initiation Protocol)

El protocolo de señalización de inicio de sesión, del inglés Session Initiation Protocol (SIP), es una especificación para Internet para ofrecer una funcionalidad similar al SS7 pero en una red IP. El protocolo SIP, desarrollado por el IETF, es responsable de establecer las llamadas y del resto de funciones de señalización. Recuerda que, cuando hablamos de señalización en el contexto de llamadas de voz, estamos hablando de la indicación de línea ocupada, los tonos de llamada o que alguien ha contestado al otro lado de la línea.

SIP hace tres cosas importantes:

1. Encargarse de la autenticación.
- 2.-Negociar la calidad de una llamada telefónica.
3. Intercambiar las direcciones IP y puertos que se van utilizar para enviar y recibir las “conversaciones de voz”.

### 3.2.7. Agentes de Usuario (User Agent, UA)

Un agente de usuario es una aplicación informática que funciona como cliente en un protocolo de red; el nombre se aplica generalmente para referirse a aquellas aplicaciones que acceden a la World Wide Web. Los agentes de usuario que se conectan a la Web pueden ser desde navegadores web hasta los web crawler de los buscadores, pasando por teléfonos móviles, lectores de pantalla y navegadores en Braille usados por personas con discapacidades.

Los agentes de usuario son aplicaciones que residen en las estaciones terminales SIP, y contienen dos componentes: Agentes de Usuario Clientes (UAC) y Agentes de Usuarios Servidores (UAS). Los UAC originan las solicitudes SIP (asociados al extremo que origina la llamada) y los UAS responden a estas solicitudes, es decir, originan respuestas SIP (asociados al extremo que recibe la llamada). Los UAC y UAS son capaces sin los servidores de red, de soportar una comunicación básica

### 3.2.8. Servidores de red

#### 3.2.8.1. Servidores de redirección.

Son los servidores que redireccionan las solicitudes de llamadas (solicitudes SIP) y retornan la dirección o direcciones de la parte llamada. En caso contrario rechazan la llamada, enviando una respuesta de error. Desarrollan una funcionalidad parecida a los gatekeepers H.323 cuando se emplea el modelo de llamada directo.

#### 3.2.8.2. Servidores Proxy.

Un servidor proxy es en principio un equipo que actúa como intermediario entre los equipos de una red de área local (a veces mediante protocolos, con excepción del protocolo TCP/IP) e Internet, figura 3.5.

Generalmente el servidor proxy se utiliza para la Web. Se trata entonces de un proxy HTTP. Sin embargo, puede haber servidores proxy para cada protocolo de aplicación (FTP, etc.).

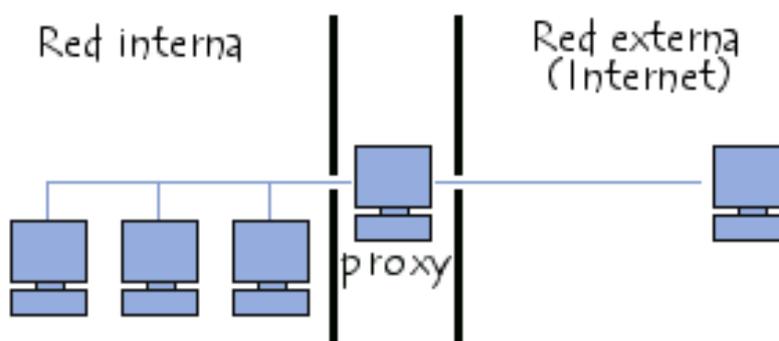


Figura 3. 5 Servidor Proxy

### 3.2.8.3. Principio operativo de un servidor proxy

El principio operativo básico de un servidor proxy es bastante sencillo, se trata de un servidor que actúa como representante de una aplicación efectuando solicitudes en Internet en su lugar. De esta manera, cuando un usuario se conecta a Internet con una aplicación del cliente configurada para utilizar un servidor proxy, la aplicación primero se conectará con el servidor proxy y le dará la solicitud. El servidor proxy se conecta entonces al servidor al que la aplicación del cliente desea conectarse y le envía la solicitud. Después, el servidor le envía la respuesta al proxy, el cual a su vez la envía a la aplicación del cliente, figura 3.6.

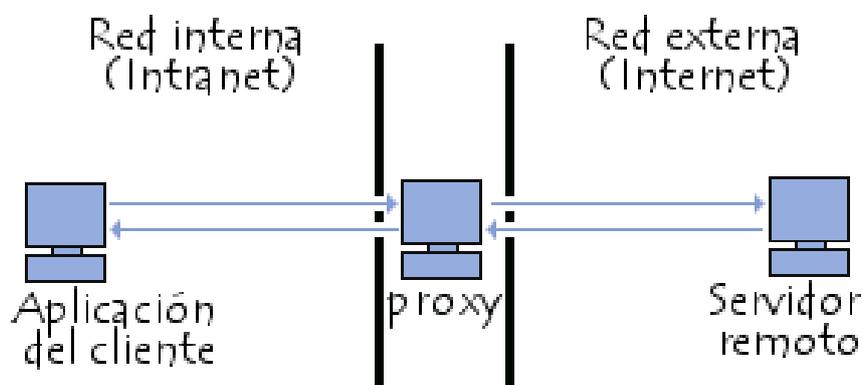


Figura 3. 6 Principio operativo del servidor proxy

### 3.2.8.4. Características de un servidor proxy

Con la utilización de TCP/IP dentro de redes de área local, la función de retransmisión del servidor proxy está directamente asegurada por pasarelas y routers. Sin embargo, los servidores proxy siguen utilizándose ya que cuentan con cierto número de funciones que poseen otras características.

### 3.2.8.5. Almacenamiento en caché

La mayoría de los praxis tienen una caché, es decir, la capacidad de guardar en memoria (“en caché”) las páginas que los usuarios de la red de área local visitan comúnmente para poder proporcionarlas lo más rápido posible. De hecho, el término caché se utiliza con frecuencia en informática para referirse al espacio de almacenamiento temporal de datos (a veces también denominado búfer).

Un servidor proxy con la capacidad de tener información en caché (neologismo que significa: poner en memoria oculta) generalmente se denomina servidor proxy-caché.

Esta característica, implementada en algunos servidores proxy, se utiliza para disminuir tanto el uso de ancho de banda en Internet como el tiempo de acceso a los documentos de los usuarios.

Sin embargo, para lograr esto, el proxy debe comparar los datos que almacena en la memoria caché con los datos remotos de manera regular para garantizar que los datos en caché sean válidos.

#### **3.2.8.6. Filtrado**

Por otra parte, al utilizar un servidor proxy, las conexiones pueden rastrearse al crear registros de actividad (logs) para guardar sistemáticamente las peticiones de los usuarios cuando solicitan conexiones a Internet.

Gracias a esto, las conexiones de Internet pueden filtrarse al analizar tanto las solicitudes del cliente como las respuestas del servidor. El filtrado que se realiza comparando la solicitud del cliente con una lista de solicitudes autorizadas se denomina lista blanca; y el filtrado que se realiza con una lista de sitios prohibidos se denomina lista negra. Finalmente, el análisis de las respuestas del servidor que cumplen con una lista de criterios (como palabras clave) se denomina filtrado de contenido.

### **3.2.8.7. Autenticación**

Como el proxy es una herramienta intermediaria indispensable para los usuarios de una red interna que quieren acceder a recursos externos, a veces se lo puede utilizar para autenticar usuarios, es decir, pedirles que se identifiquen con un nombre de usuario y una contraseña. También es fácil otorgarles acceso a recursos externos sólo a las personas autorizadas y registrar cada uso del recurso externo en archivos de registro de los accesos identificados.

### **3.2.9. Integración con Protocolos IETF**

Protocolo IETF (Internet Engineering Task Force), que es una gran comunidad de carácter abierto formada por diseñadores de redes, operadores, usuarios, etc. Todos los protocolos agrupados normalmente bajo el nombre TCP/IP son estándares de Internet cuyo desarrollo depende del IETF. Las actividades que realiza el IETF se dividen en distintos grupos, llamados Working Groups (WG) con finalidades específicas, los cuales se clasifican en distintas áreas comunes (Aplicaciones, seguridad, estandarización, servicios de transporte, etc.). El IESG (Internet Engineering Steering Group) se encarga de coordinar y dirigir al IETF por medio de los directores de área, que controlan las actividades número de los Working Groups que se encuentren dentro de cada área.

Las tareas de coordinación de los números asignados a los distintos protocolos de Internet están a cargo de IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Los protocolos definidos por el IETF y su grupo de dirección correspondiente IESG (Internet Engineering Steering Group) contienen ciertos valores tales como: direcciones de Internet, números de protocolos y de puertos, nombres por dominio, etc. La funcionalidad de IANA está en que todos estos parámetros deben ser únicos, y por tanto, debe existir un registro que controle los valores que se encuentran asignados.

Otra de las organizaciones de gran importancia para la comunidad de Internet es la Internet Society (ISOC). Esta es una organización no gubernamental y sin intereses económicos formada por miles de profesionales centrados en las soluciones y el progreso de Internet [24].

### **3.2.10. Calidad de servicio en VoIP**

En la calidad de servicio entran varios parámetros importantes como para estar unidos al concepto de aplicación. Ancho de banda, retardo, correlación marcación – IP, etc. Partiendo de la premisa que la red IP debe ser transparente a la voz, se entiende que la voz que se mueve a través de una red, no es voz, sino datos, ya que se trata de la misma forma.

Esto acarrea un problema. De la misma manera que la red telefónica no está pensada para los datos, la red IP no está pensada para la voz. IP ofrece una tasa de error muy baja, pero un retraso considerable, mientras que la red telefónica, hace justamente lo contrario.

Uno de los parámetros más importantes en la calidad de servicio es el protocolo de reserva de ancho de banda, Reservation Protocol (RSVP), que permitirá pedir o establecer comunicaciones isócronas entre dos entidades. El problema viene cuando el ruteador no soporta este protocolo o se pretende reservar más ancho de banda del que se dispone. Por lo tanto hay que establecer un compromiso entre calidad de voz, retardo y ancho de banda. Determinar unos límites aceptables de retardo y evitar conversiones múltiples.

### **3.2.11. Ventajas de VoIP**

#### **3.2.11.1. Grandes ahorros en las tasas de llamada telefónica**

El impacto de la tecnología VoIP es enorme. Con VoIP, usted puede simplemente disfrutar de un mucho más barato llamadas telefónicas utilizando su PC existentes y crear redes de datos. La mayoría de las compañías de VoIP ofrecen planes de minutos de tipo estructurado como \$ 30 al mes; para móviles VoIP como CallWave Mobile, el pago mínimo es de \$ 10 por mes y usted puede conseguir gratis por 30 días de prueba para el servicio. Con la eliminación de las tarifas reguladas y dadas las características adicionales, puede ser un buen negocio.

#### **3.2.11.2. Flexibilidad**

Con los servicios de VoIP, los viajeros de negocios o trabajadores a domicilio pueden trabajar como en la oficina. Usted puede llamar gratuitamente desde cualquier lugar con la conectividad a Internet. Adicionalmente, le da otra alternativa con VoIP – el softphone. Un softphone es una aplicación de software que carga las funciones VoIP en su ordenador. Con la suave-teléfono, puede realizar llamadas VoIP a través de su ordenador portátil / de escritorio desde cualquier lugar que tenga acceso a Internet

#### **3.2.11.3. Mejor atención al cliente**

A menudo, los soportes teléfono del cliente se consumen una gran parte de un presupuesto de negocio. Con la disponibilidad de las llamadas de VoIP, los dueños de negocios pueden utilizar la “Haga clic para hablar” servicios web configurar una aplica-

ción de servicio al cliente, como centros de llamadas con funciones mejoradas y bajo costo de mantenimiento.

#### **3.2.11.4. Las características adicionales adelantado**

VoIP siempre vienen junto con varias características avanzadas adicionales. Estas características adicionales, de hecho, proporcionar un mejor servicios de comunicación a los usuarios. Comunes derivados características adicionales para los servicios de VoIP son:

- Desvío de llamadas a un número determinado
- Enviar o llamadas directamente al correo de voz
- Bloquear el número del abonado llamante o jugar un “no-en el servicio” mensaje
- E-mail de voz, correo de voz, donde es enviado a su buzón de correo electrónico en forma de archivo adjunto de correo electrónico

#### **3.2.12. Desventajas de VoIP**

A diferencia del sistema telefónico tradicional, VoIP depende de la pared de energía-lo que significa que no puede utilizar su servicio VoIP cuando hay electricidad en negro. Una fuente de energía estable es necesaria para resolver este problema.

##### **3.2.12.1. Seguridad**

Voz y datos transmitir a través de llamadas de VoIP tienen el mayor riesgo en el momento de exponer. Adicionalmente, en VoIP es susceptible a los gusanos, los virus y

el hacking, por consiguiente la seguridad de los datos transmitidos siempre había sido una preocupación importante para los usuarios de VoIP.

### **3.2.12.2. Calidad de servicio**

La calidad del servicio VoIP depende de diferentes partidos. Problemas en el suministro eléctrico de alimentación, conexiones de Internet y los proveedores de VoIP afectará directa sobre la calidad del servicio. La fiabilidad de la VoIP es una gran desventaja cuando se comparan a los servicios telefónicos convencionales.

Hoy en día hay muchos otros sistemas en su casa que puede ser integrado en la línea telefónica. Sistema DVR, los servicios digitales de televisión por suscripción, y los sistemas de seguridad son en función de una línea telefónica estándar para la función. Las industrias relacionadas que pensar en una manera de integrar todos estos sistemas con VoIP si queremos sustituir el sistema actual de teléfono con sistema de VoIP. Las nuevas normas sobre los datos método de transmisión necesaria para que todos los sistemas compatibles con el sistema VoIP.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO DE GUÍAS PARA EL LABORATORIO DE TELEFONÍA IP**

Como primer elemento para el proceso y desarrollo de guías de laboratorio se debe tener en cuenta la instalación del sistema operativo Linux en cualquier versión como puede ser Ubuntu, Kubuntu, Trisquel, etc. Para las siguientes guías se realizaron utilizando los sistemas operativos Ubuntu y Trisquel. Estos sistemas operativos pueden ser instalados en forma virtual o de manera física con su respectiva partición y aplicaciones.

#### **4.1 FORMATO DE GUIAS DE LABORATORIO DE TELEFONÍA IP**

En el siguiente capítulo se implementarán las 9 prácticas que conforman la guía. Las prácticas son de familiarización con el software a utilizar asterisk, elastix y Cisco Packet Tracer.

Las prácticas están distribuidas de la siguiente manera:

- Cisco Packet Tracer
  - Configuración de Call Manager Express en una sola Lan.
  - Configuración de Call Manager Express en distintas Lan.

- Asterisk
  - Configuración una central.
  - Configuración de buzón de voz, IVR, webmail.
  - Configuración central 3COM 3CR10551A.
  - Configuraciones varias centrales.
  - Configuraciones varias centrales y análisis Wireshark.
  
- Elastix
  - Configuración del servidor de comunicaciones Elastix llamada entre teléfono IP y softphone.
  - Configuración del servidor de comunicaciones Elastix y análisis Wireshark

La documentación a entregar después de realizar las prácticas de laboratorio se compone de una Memoria escrita por grupo en formato electrónico, archivo tipo .pdf, la cual debe ser enviada por correo electrónico al mail del señor profesor.

El asunto (subject) del e-mail debe tener el siguiente formato por ejemplo:

Práctica#1.

Cardenas\_Villacres.

Se recomienda emplear procesadores de texto afines a la investigación científica tecnológica como LATEX. Debe ser presentado en un formato tipo reporte o memoria, en el cual se recomienda los siguientes ítems, pudiendo cambiar de acuerdo al criterio del grupo de trabajo.

- Abstracto o resumen
- Introducción
- Materiales y métodos
- Desarrollo
- Análisis de Resultados
- Conclusiones y recomendaciones
- Bibliografía

## GUÍAS DE LABORATORIO

### 4.2 CONFIGURACIÓN IP DE TELEFONÍA BÁSICA CON EL ADMINISTRADOR DE LLAMADAS CALL MANAGER EXPRESS EN UNA RED LAN

#### MARCO TEÓRICO

Cisco Packet Tracer es la herramienta de aprendizaje y simulación de redes interactiva. Esta herramienta les permite a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales.

En este programa se crea la topología física de la red simplemente arrastrando los dispositivos a la pantalla como se muestra la figura 4.1. Luego haciendo clic en ellos se puede ingresar a sus consolas de configuración. Allí están soportados todos los comandos del Cisco para que funcione el administrador de llamadas call manager express se necesita utilizar versiones superiores a 5.3. Una vez completada la configuración física y lógica de la red, también se puede hacer simulaciones de conectividad (pings, trace-routes, etc.) todo ello desde las mismas consolas incluidas.

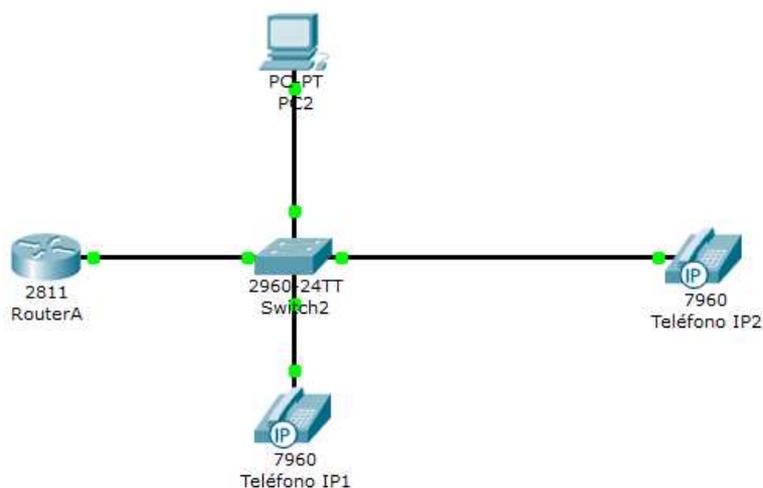


Figura 4. 1 Topología 2 teléfonos IP en una misma Lan

La dirección IP a utilizar serán las siguientes tomando en cuenta 5 grupos:

Grupo 1: 192.168.10.0

Grupo 2: 192.168.20.0

Grupo 3: 192.168.30.0

Grupo 4: 192.168.40.0

Grupo 5: 192.168.50.0

## DESARROLLO

Paso 1: Configurar la interfaz

En cada router configurar la interfaz fastethernet, de igual manera el DHCP que es necesario para el uso de teléfonos IP.

Recordar que en la configuración de DHCP se debe escribir la siguiente línea que es obligatorio para la configuración de VoIP:

```
(dhcp-config)#option 150 ip 192.168.10.1
```

Paso 2: Configurar el Administrador de llamadas de servicio expreso de telefonía en el Router A

Ahora debe configurar el Call Manager Express servicio de telefonía en RouterA habilitar VoIP en su red.

```
RouterA(config)#telephony-service #Configuración del router para servicios de telefonía #
```

```
RouterA(config-telephony)#max-dn 5 # Definir el número máximo de usuarios #
```

```
RouterA(config-telephony)#max-ephones 5 #Define el máximo número de teléfonos#
```

```
RouterA(config-telephony)#ip source-address 192.168.10.1 port 2000 #IP Address source#
```

```
RouterA(config-telephony)#auto assign 4 to 6 # La asignación automática de números de extensión a los botones #
```

```
RouterA(config-telephony)#auto assign 1 to 5          # La asignación automática
de números de extensión a los botones #
```

### Paso 3: Configuración de una VLAN de voz en Switch A

Aplicar la siguiente configuración en la interfaz del SwitchA. Esta configuración separará el tráfico de voz y datos en VLAN's diferentes en el SwitchA. Los paquetes de datos se realizarán en la VLAN de acceso.

```
SwitchA(config)#interface range fa0/1 – 5           #Configura el rango de la
interface#
SwitchA(config-if-range)#switchport mode access
SwitchA(config-if-range)#switchport voice vlan 1    # Definir la VLAN en la que
los paquetes de voz serán manejados#
```

### Paso 4: Configuración de la guía telefónica de un teléfono IP

Aunque el teléfono IP1 ya está conectado a SwitchA, se necesita una configuración suplementaria antes de ser capaces de comunicarse. Es necesario configurar el RouterA CME para asignar un número de teléfono para este teléfono IP.

```
RouterA(config)#ephone-dn 1                          # Definición de la entrada del directorio#
RouterA(config-ephone-dn)#number 2856044 # Asigne el número de teléfono a esta
entrada #
```

Paso 5: Compruebe la configuración

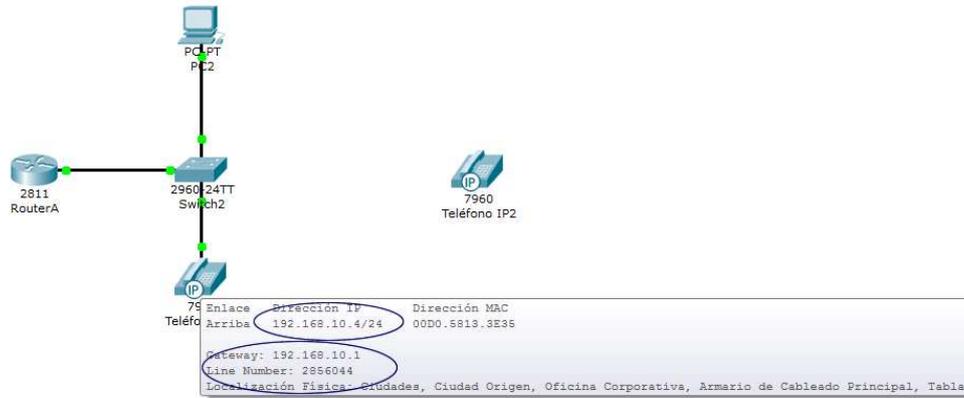


Figura 4. 2 Verificación de configuración

Verificar que en la ficha física del teléfono que esté conectado hacia la alimentación caso contrario no funcionara la configuración.



Figura 4. 3 Teléfono IP

## Paso 6: Configurar el directorio de teléfono para teléfono IP2

Conecte el teléfono IP2 al SwitchA y apague el teléfono utilizando el adaptador de corriente (ficha Física).

```
RouterA(config)#ephone-dn 2          # Definición de la entrada del directorio#  
RouterA(config-ephone-dn)#number 2856282 # Asigne el número de teléfono a esta  
entrada #
```

## Paso 7: Verifique la configuración

Asegúrese de que el teléfono IP 2 recibe una dirección IP y un número de teléfono al 2856282 de RouterA (esto puede tardar unos segundos).

Marque 2856044 y comprobar si el teléfono IP recibe de forma correcta la llamada. Para ver como se realiza la llamada acceder al teléfono en la pestaña GUI. El PC configurado en la red es para verificar que el RouterA si está enviando direcciones IP por medio del DHCP ya que en esa altura de la configuración aun no es posible verificarlo en el teléfono, por lo tanto la tarjeta de red del PC hay que configurarla en modo DHCP como lo muestra la gráfica.

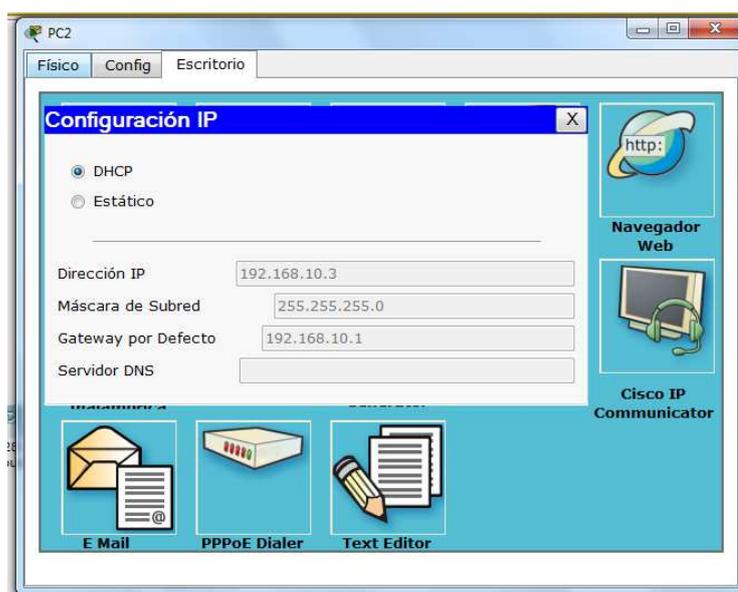


Figura 4. 4 Configuración modo DHCP

### 4.3 CONFIGURACIÓN IP DE TELEFONÍA BÁSICA CON EL ADMINISTRADOR DE LLAMADAS CALL MANAGER EXPRESS EN DISTINTAS LAN.

Conectar una red que sea similar a la del diagrama de topología, el cual consta de dos redes Lan distintas y una Wan para comunicar los 2 routers como se muestra en la figura 4.5.

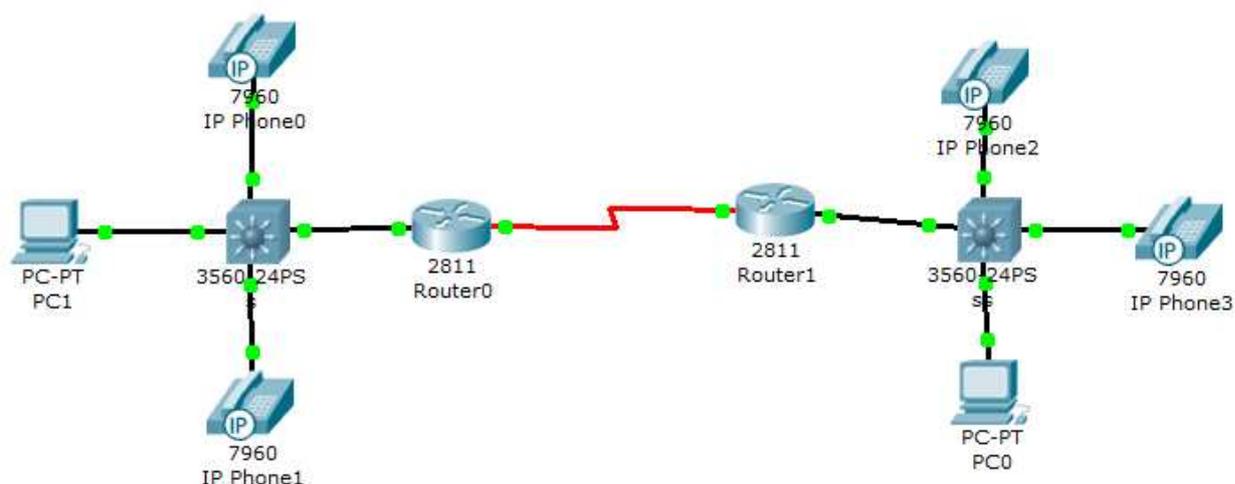


Figura 4. 5 Topología de red

Primero se configure los routers de tal manera que tengan los nombres de R1, R2, respectivamente.

Configurar las interfaces de R1 y R2, verificar el direccionamiento IP y las interfaces, Ethernet de las PCs.

## DESARROLLO

Paso 1: Activar el enrutamiento OSPF en R1 y R2.

```
R3>show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

O    192.168.2.0/24 [110/782] via 192.168.35.5, 01:37:51, Serial0/0/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.35.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
R3>
```

```
R5>show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O    192.168.3.0/24 [110/556] via 192.168.35.3, 01:25:06, Serial0/0/0
C    192.168.35.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
R5>
```

Figura 4. 6 Configuración de OSPF

Paso 2: Para iniciar con el escenario simulado se debe configurar DHCP para que los dispositivos (teléfonos) puedan tener una dirección IP de la red

En cada router configurar las interfaces fastethernet y seriales, recordar que en la configuración de DHCP se debe escribir la siguiente línea que es obligatorio para la configuración de VoIP:

```
(dhcp-config)#option 150 ip 192.168.3.1
```

Paso 3: Se procedió a configurar el Call Manager Express (Packet Tracer)

```
R1(config)#telephony-service #Configuración del router para servicios de telefonía#
```

```
R1 (config-telephony)#max-ephones 5 #Seteo del número de teléfonos#
```

```
R1 (config-telephony)#max-dn 5 #Seteo números en el directorio#
```

```
R1 (config-telephony)#ip source-address 192.168.3.1 port 2000 #IP Servidor IP #
```

```
R1 (config-telephony)#auto assign 4 to 6 #Asignación automatic de ext y botones#
```

```
R1 (config-telephony)#auto assign 1 to 5
```

Paso 4: Configuración de los switch

```
R1(config)#interface range fa0/1 – 5 #Rango de configuración en las interfaces #
```

```
R1(config-if-range)#switchport voice vlan 1 #Seteo switch para manejo de paquetes de voz#
```

Paso 5: Configuración de los teléfonos (5 máx.)

```
R1(config)#ephone-dn 1 #Definición del teléfono en el directorio#
```

```
R1(config-ephone-dn)#number 51234 #Asignación del número#
```

```
R1(config)#ephone-dn 2 #Definición del teléfono en el directorio#
```

```
R1(config-ephone-dn)#number 55678 #Asignación del número#
```

Paso 6: Pruebas de conectividad, revisar que se asigne dirección IP, gateway y número de teléfono.

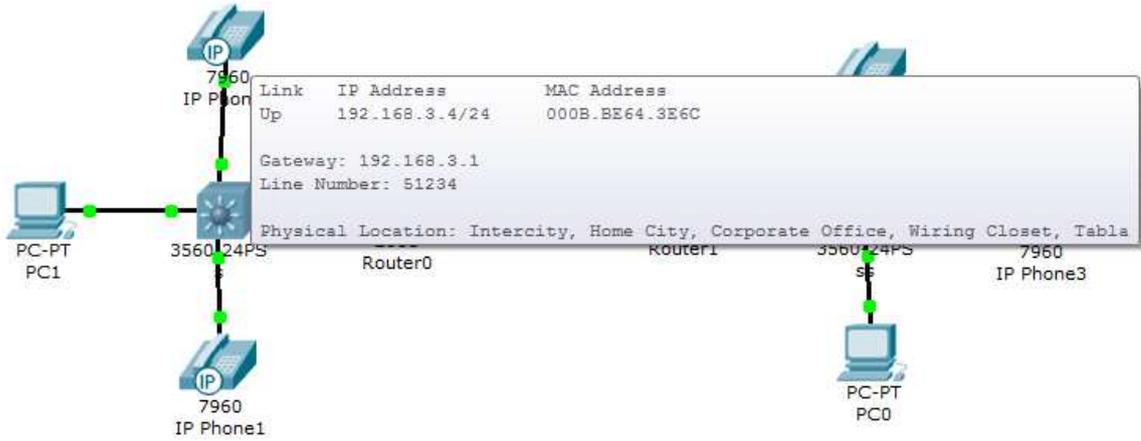


Figura 4. 7 Revisión de Conectividad

Asignación de DHCP y número de extensión.



Figura 4. 8 Teléfono IP de la red número 1

Pruebas de funcionamiento entre 2 teléfonos IP dentro de la red 192.168.3.0

Paso 7: Configuración del Call Manager Express en la red 192.168.2.0

ROUTER R2

Se debe configurar exactamente lo mismo que se hizo en el router A ahora en el router

B la red 192.168.2.0

En cada router configurar las interfaces fastethernet y seriales, recordar que en la configuración de DHCP se debe escribir la siguiente línea que es obligatorio para la configuración de VoIP:

```
(dhcp-config)#option 150 ip 192.168.2.1
```

Configuración Call Manager Express (CME)

```
R2(config)#telephony-service #Configuración del router para servicios de telefonía#
```

```
R2 (config-telephony)#max-ephones 5 #Seteo del número de teléfonos#
```

```
R2 (config-telephony)#max-dn 5 #Seteo números en el directorio#
```

```
R2 (config-telephony)#ip source-address 192.168.2.1 port 2000 #IP Servidor IP #
```

```
R2 (config-telephony)#auto assign 4 to 6 #Asignación automatic de ext y botones#
```

```
R2 (config-telephony)#auto assign 1 to 5
```

Configuración de los switch

```
R2(config)#interface range fa0/1 – 5 #Rango de configuración en las interfaces #
```

```
R2(config-if-range)#switchport voice vlan 1 #Seteo switch para manejo de paquetes de voz#
```

Configuración de los teléfonos (5 máx.)

```
R2(config)#ephone-dn 1 #Definición del teléfono en el directorio#
```

```
R2(config-ephone-dn)#number 41235 #Asignación del número#
```

```
R2(config)#ephone-dn 2 #Definición del teléfono en el directorio#
```

```
R2(config-ephone-dn)#number 46789 #Asignación del número#
```

Paso 8: Pruebas de conectividad, revisar que se asigne dirección IP, gateway y número de teléfono.



Figura 4. 9 Teléfono IP de la red número 2

Paso 9: Configuración del enlace WAN para hacer llamadas entre Campus A y Campus B

Router R1

```
R1(config)#dial-peer voice 1 voip #Asignación de dial-peer#
```

```
R1(config-dial-peer)#destination-pattern 4... # número del destino empezando con 4, la cantidad de números suspensivos depende del número#
```

```
R1(config-dial-peer)#session target ipv4:192.168.35.5 # Dirección IP para alcanzar a R2 dirección de la interfaz serial #
```

Router R2

```
R2(config)#dial-peer voice 1 voip #Asignación de dial-peer#
```

```
R2(config-dial-peer)#destination-pattern 5... #número del destino empezando con 5 la cantidad de números suspensivos depende del número#
```

```
R2(config-dial-peer)#session target ipv4:192.168.35.3 #Dirección IP para alcanzar a R1 dirección de la interfaz serial#
```



Figura 4. 10 Llamada entre teléfonos de distintas LAN

Después conectar un servidor en la topología de red y acceder hacia él, desde el computador que se encuentra en la red del router B y tendríamos la siguiente topología:

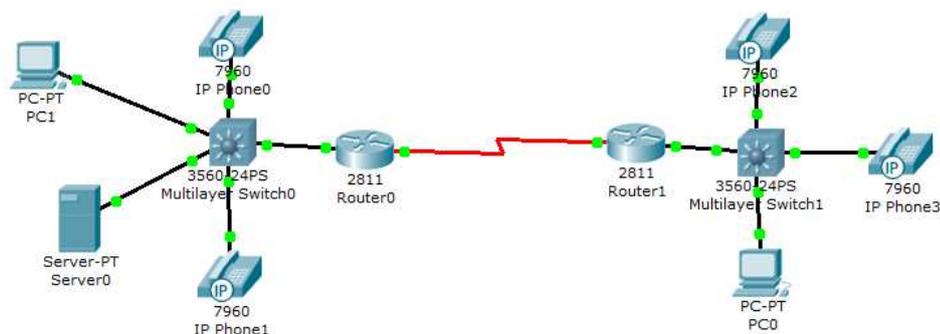


Figura 4. 11 Topología de red con un servidor

Al acceder del computador por medio del web browser colocando la dirección IP del servidor se mostrara su contenido como la figura 4.12



Figura 4. 12 Acceso del computador hacia el servidor

## 4.4 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA ASTERISK EN UNA CENTRAL.

### DESARROLLO

Primero se necesita obtener el servidor Asterisk en Linux lo cual se lo obtiene por repositorios de Synaptic, donde se marca y se hace clic en aplicar como se muestra en la figura 4.13.



Figura 4. 13 Gestor de paquetes Synaptic.

Otra manera para instalar Asterisk es usando la consola por medio de comandos lo primero a realizar es bajar el programa Asterisk desde la página oficial <http://www.Asterisk.org/downloads>, donde se buscare la versión asterisk 1.8.tar.gz, a continuación se descomprime el programa con el comando:

```
$ tar -xzf nombre_archivo.tar.gz
```

Después, se descomprimirá una carpeta, solo tenemos que ir hasta ella:

```
$ cd directorio_carpeta
```

Una vez en la misma, configuramos:

```
$ ./configure
```

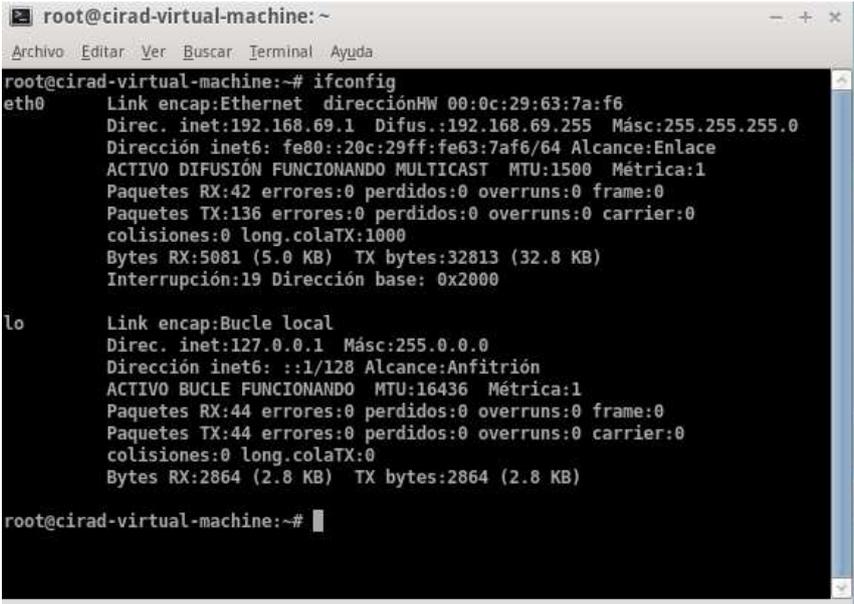
En el próximo comando esta la complicación, si da errores, se debe revisar cual es el paquete falta e instalarlo por medio de synaptic. Si aún se produce el mismo error, se tiene que instalar el mismo paquete pero que tiene -dev en su nombre, son las cabece- ras de la biblioteca y el desarrollo. El comando es:

```
$ make
```

Una vez compilado, solo queda instalar:

```
$ sudo make install
```

Al tener ya instalado Asterisk que será una central se debe ver la dirección IP que tiene esta se la encuentra abriendo la consola y digitando el comando ifconfig ahí se observa las características de la red eth0 ya que es una red cableada, esta dirección IP x.x.x.x es la central a la que todos los dispositivos: teléfonos IP y/o softphones deben estar configurados como se muestra en la figura 4.14.



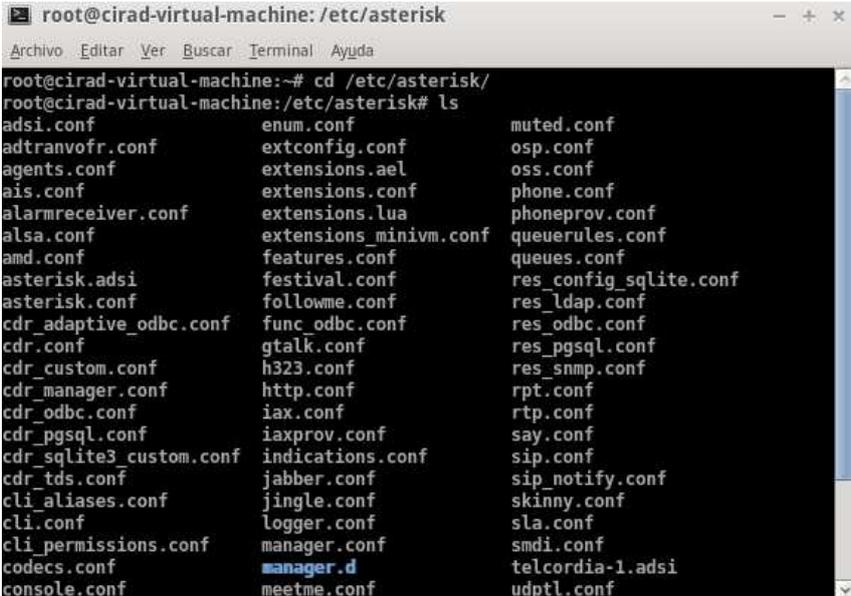
```
root@cirad-virtual-machine: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@cirad-virtual-machine:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet direcciónHW 00:0c:29:63:7a:f6
          Direc. inet:192.168.69.1 Difus.:192.168.69.255 Másc:255.255.255.0
          Dirección inet6: fe80::20c:29ff:fe63:7af6/64 Alcance:Enlace
          ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
          Paquetes RX:42 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
          Paquetes TX:136 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
          colisiones:0 long.colaTX:1000
          Bytes RX:5081 (5.0 KB) TX bytes:32813 (32.8 KB)
          Interrupción:19 Dirección base: 0x2000

lo        Link encap:Bucle local
          Direc. inet:127.0.0.1 Másc:255.0.0.0
          Dirección inet6: ::1/128 Alcance:Anfitrión
          ACTIVO BUCLE FUNCIONANDO MTU:16436 Métrica:1
          Paquetes RX:44 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
          Paquetes TX:44 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
          colisiones:0 long.colaTX:0
          Bytes RX:2864 (2.8 KB) TX bytes:2864 (2.8 KB)

root@cirad-virtual-machine:~#
```

Figura 4. 14 Características de red en consola

Para la configuración de Asterisk se debe acceder a sus archivos de configuración que se encuentran en el directorio `/etc/Asterisk`, para acceder a estos archivos en consola se puede utilizar el comando `cd /etc/Asterisk` y para ver su contenido solo el comando `ls` como se muestra en la figura 4.15.



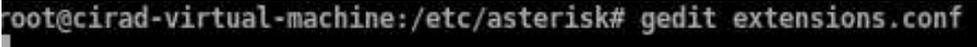
```

root@cirad-virtual-machine: /etc/asterisk
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@cirad-virtual-machine:~# cd /etc/asterisk/
root@cirad-virtual-machine:/etc/asterisk# ls
adsi.conf          enum.conf         muted.conf
adtranvofr.conf  extconfig.conf   osp.conf
agents.conf       extensions.ael    oss.conf
ais.conf          extensions.conf   phone.conf
alarmreceiver.conf extensions.lua     phoneprov.conf
alsa.conf         extensions_minivm.conf queuerules.conf
amd.conf          features.conf     queues.conf
asterisk.adsi     festival.conf    res_config_sqlite.conf
asterisk.conf     followme.conf    res_ldap.conf
cdr_adaptive_odbc.conf func_odbc.conf   res_odbc.conf
cdr.conf          gtalk.conf       res_pgsql.conf
cdr_custom.conf   h323.conf        res_snmp.conf
cdr_manager.conf http.conf         rpt.conf
cdr_odbc.conf     iax.conf         rtp.conf
cdr_pgsql.conf    iaxprov.conf     say.conf
cdr_sqlite3_custom.conf indications.conf sip.conf
cdr_tds.conf      jabber.conf      sip_notify.conf
cli_aliases.conf jingle.conf      skinny.conf
cli.conf          logger.conf      sla.conf
cli_permissions.conf manager.conf     smdi.conf
codecs.conf       manager.d        telcordia-1.adsi
console.conf      meetme.conf      udptl.conf

```

Figura 4. 15 Acceso al directorio `/etc/Asterisk` desde consola

En la configuración de la central se debe abrir y modificar los archivos, en la parte final de los mismos, `sip.conf`, `extensions.conf` e `iax.conf` este último archivo se lo modifica para comunicar varias centrales, para esto se debe ingresar como súper usuario usando el comando `sudo` para modificar los archivos se utiliza el comando `gedit` (que es un programa para modificar archivos de texto) no es obligatorio utilizar el programa `gedit`.



```

root@cirad-virtual-machine:/etc/asterisk# gedit extensions.conf

```

Figura 4. 16 Comando para abrir los archivos

En el archivo `sip.conf` se colocará lo siguiente para crear la cuenta del usuario y sus características:

```

;nombre referencia (dirección IP del teléfono o softphone a ser utilizado)
[462] ; número de teléfono
type=friend ;tipo de características en Asterisk
secret=462pass ; clave del teléfono
qualify=yes ; para ver si el equipo(softphone o telefono ip) se encuentra conectado
nat=no ; determina el tipo de configuración para usuarios que intentan conectarse
host=dynamic ;no tendrá problemas con las direcciones ip
canreinvite=no ; se detiene el envío de las invitaciones (re) una vez que la llamada se
establece
disallow=all ; No permitir todos los codec's
allow=ulaw ;permite códec de audio
allow=alaw ;permite códec de audio
allow=h263 ;permite códec de audio
allow=h263p ;permite códec de audio
context=telefonos ; se conecta con el contexto teléfonos q esta en el archivo exten-
sions.conf

```

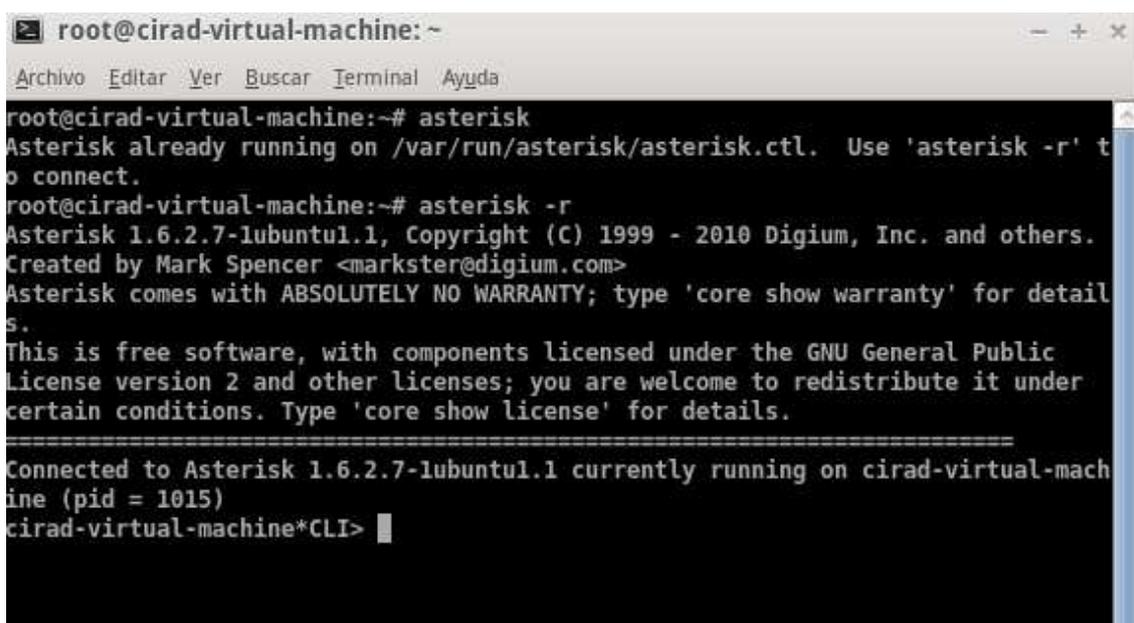
En el archivo extensions.conf se colocará lo siguiente que es la extensión del usuario:

```

[telefonos]
exten =>462,1,Dial(SIP/462,30,Ttm) ;se conecta a la extensión
exten =>462,2,Hangup ;termina la llamada
exten =>462,102,Voicemail(462) ;comunicación al buzón de voz
exten =>462,103,Hangup

```

Para levantar el servidor escribimos el comando Asterisk en la línea de comandos y después el comando asterisk -r, para reiniciar el servidor después de realizar cualquier cambio se utiliza el comando core stop now y nuevamente ingresar al servidor.

A terminal window titled 'root@cirad-virtual-machine: ~' with a menu bar containing 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The terminal output shows the command 'asterisk' being executed, which returns 'Asterisk already running on /var/run/asterisk/asterisk.ctl. Use 'asterisk -r' to connect.' The user then runs 'asterisk -r', which displays the Asterisk version '1.6.2.7-lubuntu1.1', copyright information, and license details. The prompt changes to 'cirad-virtual-machine\*CLI>' after the user connects to the Asterisk CLI.

```
root@cirad-virtual-machine:~# asterisk
Asterisk already running on /var/run/asterisk/asterisk.ctl. Use 'asterisk -r' to
connect.
root@cirad-virtual-machine:~# asterisk -r
Asterisk 1.6.2.7-lubuntu1.1, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for detail
s.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.6.2.7-lubuntu1.1 currently running on cirad-virtual-mach
ine (pid = 1015)
cirad-virtual-machine*CLI> █
```

Figura 4. 17 Levantando el servicio Asterisk

En la grafica 4.5 se puede ver las características básicas del software asterisk como: versión que se está utilizando, revisar estas líneas y obtener más datos sobre la licencia de asterisk.

#### 4.4.1 Llamada de un softphone a un teléfono IP.

Para realizar esta llamada se debe escoger algún softphone de tantos que hay en la red tanto para windows y/o Linux, para el desarrollo se escogió los softphone's Zopier y X-lite que son totalmente gratis.

La configuración de X-lite es sencilla como se indicara a continuación:

Para descargarlo se lo puede hacer desde la pagina web <http://www.counterpath.com/xlite-comparison.html>, y su instalación en windows, que puede ser usada en otro computador pero que este en la misma red, es haciendo clic sobre la aplicación ya descargada,



Figura 4. 18 Aplicación de X-lite

A continuación se procederá a la instalación claro revisando las características a escoger durante la misma.

La configuración se realiza abriendo el programa ya instalado y sobre la pantalla del X-lite clic derecho se abre un menú donde se selecciona SIP Account Settings como se muestra en la figura 4.19.



Figura 4. 19 Softphone X-lite

Después de acceder a esta opción se debe colocar todos los parámetros a utilizar:

Display Name: se colocara el nombre a ser mostrado en el softphone.

User name: el nombre que se configuro en la central Asterisk.

Password: la contraseña que se le asigno en la configuración Asterisk.

Authorization user name: es el valor de user name.

Domain: La dirección que tiene la central a la cual va acceder el softphone.

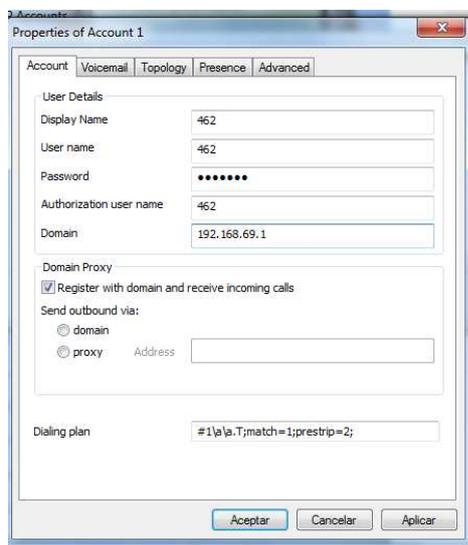


Figura 4. 20 Parámetros X-lite

Por último se acepta los cambios y se activa la cuenta y se cierra el menú de configuración, y así está configurado nuestro softphone como se muestra en la figura 4.21.



Figura 4. 21 Activación cuenta X-lite

Comprobar si se ha establecido la conexión entre la central y el softphone, observar los mensajes sip que son generados en el CLI de asterisk, ¿Por qué línea de configuración se producen estos mensajes?

Para la comunicación con teléfono IP se escogió el teléfono cisco Linksys SPA921.

La configuración del teléfono se realiza colocando la dirección x.x.x.x, en el explorador FireFox ,Interne Explorer que se obtiene de ir al menú, acceder a Network y ahí indicara la dirección IP del teléfono, revisar que la opción DHCP se encuentre en Enable, si se realizo algún cambio dar un reboot al teléfono, estas opciones se encuentra en el menú del teléfono.

Al aparecer la página de configuración del teléfono (Sipura) se debe hacer clic en User Login para ingresar como administrador.

Donde se coloca los parámetros, necesarios para la comunicación de la central con los teléfonos IP, en La pestaña SYSTEM se cambia la dirección STATIC IP(dirección que va a tener el teléfono, dirección asignada por la central), NetMask(la máscara de la dirección IP), Domain(IP de la central), Gateway en vacío como se muestra en la figura 4.22.



System Configuration	
Enable Web Server:	yes
User Password:	[input]

Internet Connection Type	
DHCP:	yes
Static IP:	192.168.69.10
NetMask:	255.255.255.0
Gateway:	[input]

Optional Network Configuration	
HostName:	[input]
Domain:	192.168.69.1
Primary DNS:	192.168.1.109
Secondary DNS:	192.168.1.109
DNS Query Mode:	Parallel
Syslog Server:	[input]
Debug Server:	[input]
Debug Level:	0

Figura 4. 22 Configuración Teléfono IP

En la pestaña EXT1 del teléfono se varía los parámetros Proxy (Dirección IP de la central), USER ID, Display Name y Password (que es el nombre y la contraseña que se configuro en la central) como se muestra en la figura 4.23.



The screenshot shows the Asterisk SIP account configuration interface. It is organized into several sections with various settings:

- General:** Line Enable: yes
- NAT Settings:** NAT Mapping Enable: no, NAT Keep Alive Enable: no
- SIP Settings:** SIP Port: 5060, SIP Debug Option: none
- Call Feature Settings:** Message Waiting: no, Mailbox ID: (empty), Default Ring: 1
- Proxy and Registration:** Proxy: 192.168.69.1, Register: yes, Make Call Without Reg: no, Register Expires: 3600, Ans Call Without Reg: no
- Subscriber Information:** Display Name: David, User ID: 1020, Password: (masked with asterisks), Use Auth ID: no, Auth ID: (empty)
- Audio Configuration:** Preferred Codec: G711u, Use Pref Codec Only: no

Figura 4. 23 Configuración Teléfono IP cuenta SIP

Para el teléfono IP se debe crear otro usuario como anteriormente se hizo en los archivos asterisk.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comprobación de los usuarios conectados usando los comandos de asterisk. Se debe desarrollar una evaluación perceptiva de los codec's activados en el archivo sip.conf.

## 4.5 CENTRAL ASTERISK CONFIGURACIÓN DEL BUZÓN DE VOZ, IVR, WEBMAIL.

### MARCO TEÓRICO

La configuración del buzón de voz se modifica los archivos sip.conf, extensions.conf, voicemail.conf, en la parte final de cada archivo, también se configurará el IVR para la interacción del llamante con el servidor Asterisk, y un aviso mediante envío de mail hacia los usuarios que tienen una extensión ya registrada. Se utilizará un teléfono IP y un softphone (zoiper) en Linux.

### DESARROLLO

Primero se modificará el archivo sip.conf con las siguientes líneas:

; Es una manera para describir las características generales de las cuentas de usuarios

context = default ;Contexto por defecto para las llamadas entrantes

bindport = 5060 ;puerto para conexiones SIP

bindaddr = 0.0.0.0 ;dirección IP para enlazar a todas las interfaces

srvlookup = yes ; no habilita búsquedas DNS en las llamadas. Por defecto si

disallow = all

allow = ulaw

allow = alaw

language = es ;language por defecto

;Datos para registro

[dr\_zoiper]; o como se configuró anteriormente puede ser reemplazado por [462]

type=friend

host=dynamic

secret=1234

context=users ; este nombre será el contexto que se configurará en el archivo extensions.conf

```
qualify=yes  
nat = yes  
dtmfmode=rfc2833  
mailbox= dr_zoiper@default ;en el caso de usar numero mailbox=462@default
```

```
[dr_ip]; o como se configuro anteriormente puede ser reemplazado por [464]  
type = friend  
host = dynamic  
secret = 1234  
context = users  
qualify=yes  
nat = yes  
dtmfmode=rfc2833  
mailbox= dr_ip@default ;en el caso de usar numero mailbox=464@default
```

Se configurara el archivo extensions.conf con las siguientes características

```
[general]  
static = yes  
writeprotect = no  
autofallthrough = yes  
clearglobalvars=no  
priorityjumping=no
```

;detalles de los usuarios

```
[users]  
exten => 462,1,Dial(SIP/dr_zoiper,20)  
exten => 462,n,VoiceMail(1001@default)  
exten => 464,1,Dial(SIP/dr_ip,20)  
exten => 464,n,VoiceMail(1002@default)
```

```
include => features
```

[features]

;se crea extensiones virtuales

;extensión 1010 si está ocupada dará el tono de hello word

exten => 1010,1,Answer()

exten => 1010,2,Playback(hello-world)

exten => 1010,3,Hangup()

;extensión 2222 para revisar los mensajes del buzón de voz

exten => 2222,1,Answer()

exten => 2222,n,VoiceMailMain(@default)

;IVR cuando se marca a la extensión 2000 se dará un menú de la cantidad de extensiones e indica el número para acceder directamente a estas extensiones

exten=>2000,1,Goto(menu-dia,s,1)

;el menú configurado

[menu-dia]

exten => s,1,Answer()

exten => s,n,Wait(0.5)

exten => s,n,Background(tonoff) ;tonoff es el nombre de la grabación del IVR esta grabación puede ser hecha en cualquier programa para voz pero debe tener la extensión .gsm que se colocara en el directorio /usr/share/asterisk/sounds, aquí se indicara el menú que se grabo

exten => s,n,WaitExten(5)

exten => 1,1,Goto(users,462,1);acceso extension 462

exten => 2,1,Goto(users,464,1);acceso a extensión 464

exten => 9,1,Directory(default,users,e);indica el directorio con extensiones

exten => \*,1,Goto(s,1);repite la información del menú

exten => t,1,Playback(goodbye)

exten => t,n,Hangup()

exten => i,1,Playback(pbx-invalid); cuando se selecciona mal la opción del menú

exten => i,n,Goto(s,1)

Por último se configura el archivo voicemail.conf

[default]

1001 => 9999, David, dhcv1986@gmail.com ;9999 es la clave para acceder al mail

1002 => 9999, Humberto, dhcv1986@gmail.com ;9999 es la clave para acceder al mail

### 4.5.1 Configuración de envío de mails desde Asterisk

Para el ejemplo de configuración se va a utilizar el servidor Exim (que viene por defecto con Debian), quizá sea uno de los más sencillos de configurar y de manejar.

Lo primero que se debe hacer es asegurarse que está instalado:

```
apt-get install exim4 exim4-config
```

Una vez que esté instalado, aparecerá una pantalla de configuración, si el paquete ya estaba instalado se empezara en el paso 2. Si no aparece, se puede acceder a ella en cualquier momento ejecutando el comando:

```
dpkg-reconfigure exim4-config
```

Será entonces cuando nos pregunte por distintas opciones de configuración:

1. ¿Quiere utilizar archivos separados para la configuración?

Respondemos SI

2. ¿De qué forma queremos configurar nuestro servidor?

Respondemos “enviar por SMARTHOST, y recibir por SMTP o Fetchmail”

3. Escriba el nombre del sistema:

Respondemos con nuestro dominio: miDominio.com

4. Escriba la dirección IP desde donde va a atender las conexiones al SMTP:

Respondemos: 127.0.0.1

5. Escriba otros servidores destino que el SMTP será aceptado:

Aquí no se responde nada, se lo deja en blanco.

6. Sistemas a los que reenviar emails ?

También hay que dejarlo en blanco.

7. Escribe el sistema que gestionará el correo saliente de este sistema:

(Aquí escribimos nuestro servidor SMTP remoto, por ejemplo...)

smtp.miDominio.com

Si se quiere utilizar una cuenta de gmail, el servidor SMTP de gmail hay que especificarlo junto con el puerto que va a utilizar, y sería esto:

```
smtp.gmail.com::587
```

8. ¿Quiere ocultar el nombre local del sistema local del email saliente?

NO.

9. Quiere cachear las peticiones DNS para ahorrar ancho de banda?

NO.

Si en el caso de aparecer más mensajes seleccionar por default el que indica la instalación.

Se va a configurar los datos importantes:

1. Se edita el archivo `/etc/exim4/passwd.client` en el caso de que se quiera utilizar la cuenta de gmail, se debería poner algo como esto:

```
gmail-smtp.l.google.com:usuario@gmail.com:contraseña
```

```
*.google.com:usuario@gmail.com:contraseña
```

```
smtp.gmail.com:usuario@gmail.com:contraseña
```

De esta manera, sea cual sea el nombre del servidor SMTP que se utiliza en gmail, le enviaremos los parámetros correctos y nos aceptará el envío.

2. Se protege el archivo para que nadie tenga acceso a leer nuestros datos:

```
chown root:Debian-exim /etc/exim4/passwd.client
```

3. Si se configura una cuenta de Gmail, hay que indicarle (otra vez) que el envío debe hacerlo por el puerto 587 en lugar del estándar (el 25), por lo que se tiene que editar el archivo:

```
/etc/exim4/conf.d/transport/30_exim4-config_remote_smtp_smarthost
```

Y encima de la línea que dice algo como: `(hosts_try_auth)` añadir lo siguiente:

```
port=587
```

Y listo, lo último que queda es recargar la configuración con el comando:

```
update-exim4.conf
```

A continuación, se configura el teléfono IP y el softphone con los parámetros que se encuentran en los archivos `sip.conf` y `extensions.conf` y realizar las llamadas correspondientes para comprobar los servicios configurados como son IVR, buzón de voz, web-mail.

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

También tener en cuenta los mensajes que se muestran en el CLI de asterisk y explicar cada uno de ellos cuando se realiza las distintas llamadas hacia los servicios.

## 4.6 CONFIGURACIÓN DE CENTRAL 3COM ASTERISK 3CR10551A.

### MARCO TEÓRICO

Los módulos de telefonía IP 3Com, ofrece la flexibilidad y facilidad de uso de las comunicaciones que las empresas de todos los tamaños necesitan para aumentar la productividad, fortalecer las interacciones con usuarios y reducir los costos. Como parte de la suite de aplicaciones de convergencia de 3Com.

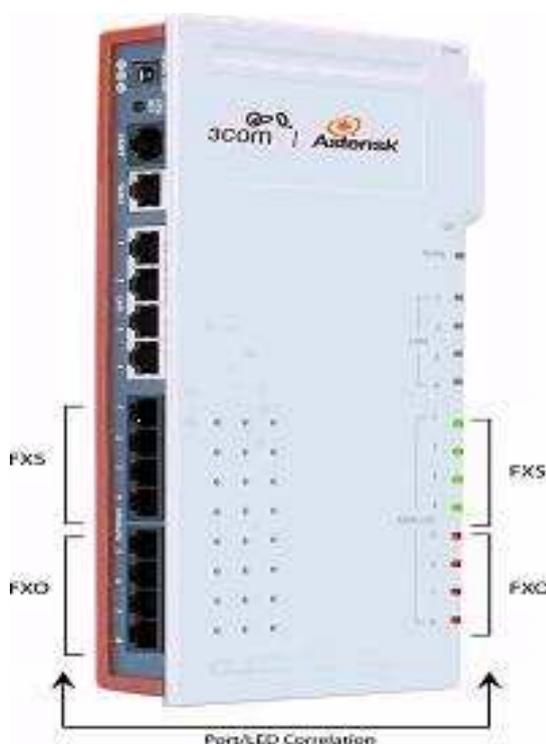


Figura 4. 24 Módulo Asterisk 3CR10551A.

El módulo facilita la colaboración empresarial con potentes características integradas de procesamiento de llamadas que incluyen buzón de voz, asistente automático, grupos de llamada y de salto, informes detallados de llamadas, integración de informáti-

ca y telefonía (CTI), usuarios de buzón de voz/e-mail visuales basados en PC y capacidades opcionales de mensajería unificada.

La programación y administración de características de usuario basada en la web simplifica las operaciones rutinarias.

Para satisfacer las necesidades del personal móvil, el módulo ofrece incluso a los trabajadores remotos esporádicos los mismos servicios que los que dispondrán en las oficinas centrales, sin las difíciles funciones de reenvío de llamadas o múltiples buzones de voz.

El módulo de telefonía IP se integra de forma rentable con las aplicaciones empresariales tales como las de CRM (administración de relaciones con usuarios) y de call centers, permitiendo la integración con componentes de administración de call center, monitorización y registro, en pro de unas actividades de servicio más efectivas.

En ésta central se tiene 4 puertos LAN, 8 puertos analógicos que 4 son FXS, 4 FXO. FXS y FXO son los nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas analógicas (también denominados POTS - Servicio Telefónico Básico y Antiguo).

Establecemos un detalle preciso de cada una de las partes con los que consta nuestra central, las cuales nos va a ser de gran utilidad para poder trabajar con la misma.

## **DESARROLLO**

Para iniciar el trabajo con la central 3com, vamos a dar un reset al módulo (Reset presionar durante un minuto desconectar y volver a conectar y soltar el botón reset), ya que este equipo trabaja con una memoria Scan Disk, que tiene información, y esta debe estar vacía para que se pueda ingresar al administrador con su nueva contraseña. Antes de cualquier configuración que se vaya a realizar en la central 3Com, tener en cuenta que el computador no tenga asignado una dirección IP estática ya que la central proporciona una dirección IP, la configuración se puede realizar con el navegador Fi-

reFox o en su caso Internet Explorer. Una vez abierta la ventana en FireFox, para el ejemplo, se cambiara la configuración del password, esto se hace entrando con la dirección IP de la central que es 192.168.69.1 que viene de fábrica (así se comprueba que el reset funcionó). Una vez en el menú, se pedirá los ítems administrador y el password, como se muestra en la figura 4.25.



The screenshot shows the Asterisk Configuration Engine login interface. It features a title bar that reads "Welcome to the Asterisk Configuration Panel" in orange. Below this, the main heading is "Asterisk™ Configuration Engine". There are two input fields: "Username:" with an orange border and "Password:" with a white border. Below the password field, the text "Please login..." is displayed. At the bottom, there are two buttons: "Login" and "Logoff".

Figura 4. 25 Ventana de entrada central 3Com

Por default, el username es admin y el password es password, después aparecerá una ventana donde se cambiará el password que el administrador desee para continuar con la configuración deseada como se muestra en la figura 4.26.



The screenshot shows the Asterisk Configuration Engine password change interface. It features a title bar that reads "Welcome to the Asterisk Configuration Panel" in orange. Below this, the main heading is "Asterisk™ Configuration Engine". There are two input fields: "Username:" with the text "admin" and "Password:" with masked characters "\*\*\*\*\*". Below the password field, there is a red checkmark and the text "Connected!". At the bottom, there are three buttons: "Login", "Logoff", and "Reboot".

Figura 4. 26 Ventana de cambio de password

### 4.6.1 Llamada de un softphone a un teléfono IP.

Anteriormente se explicó la configuración de softphone y de un teléfono IP, por lo cual utilizaremos los mismo elementos para la realización del siguiente ítem que es una llamada entre teléfono IP y un softphone utilizando la central 3com que su configuración se explicara a continuación.

Se dirige hacia el menú users, como se muestra en la figura 4.26 en la barra de configuración para ahí configurar el nuevo usuario, se da clic en new y se va a desplegar un nuevo usuario, en el cual se puede editar sus diferentes parámetros de acuerdo al requerimiento. En extensión, se va a digitar el número del usuario que van a ser el número de registro para un teléfono IP o softphone para este número por la configuración de la central debe ser de 4 dígitos.

Para el nombre, se pondrá el nombre del usuario del teléfono que quedará registrado en el teléfono.

User Extensions:

- 1013 – New User
- 1014 – New User
- 1015 – New User
- 1016 – New User
- 1017 – New User
- 1018 – New User
- 1019 – New User
- 1020 – David
- 1021 – Chulla
- 1022 – Vida
- 1023 – adavid
- 1024 – achulla
- 1025 – aida
- 5000 – Check Voicemail
- 5001 – Check Voicemail
- 5500 – Voice Menu

Extension: 1026

Name: New User

Password:

VM Password: 1234

E-mail:

Caller ID:

Analog Phone:

Dial Plan:

Phone Serial:

Extension Options:

- Voicemail
- In Directory
- SIP
- IAX

Figura 4. 27 Menú users

Para cambiar el nombre, simplemente se da clic en el espacio New User y se podrá editar el nombre que se desee. Para el password, se determina una contraseña la cual permite conectar al teléfono IP con la central.

Los parámetros como extensión, nombre y contraseña, se encuentran modificados como se muestra en la figura 4.28.



Extension:	<input type="text" value="1020"/>
Name:	<input type="text" value="David"/>
Password:	<input type="text" value="1020"/>
VM Password:	<input type="text" value="1020"/>
E-mail:	<input type="text"/>
Caller ID:	<input type="text"/>
Analog Phone:	<input type="text"/>
Dial Plan:	<input type="text"/>
Phone Serial:	<input type="text"/>

Figura 4. 28 Parámetros como extensión, nombre y password

Una vez realizado los cambios, se procede a guardarlos, se da clic en save y clic en actívale changes, hecho esto, aparecerá otra pantalla, la cual indica que los cambios han quedado guardados.

Cuando se guardan los cambios, debe salir el mensaje Restarted Asterisk!! como se muestra en la figura 4.29 en la parte superior de la pantalla y la nueva extensión.



**Restarted Asterisk !!**

**User and Phone Configuration**

User Extensions:

<input type="text" value="1017 -- New User"/>	Extension:	<input type="text" value="1025"/>
<input type="text" value="1018 -- New User"/>	Name:	<input type="text" value="Juan"/>
<input type="text" value="1019 -- New User"/>	Password:	<input type="text"/>

Figura 4. 29 Cambios guardados y aceptados

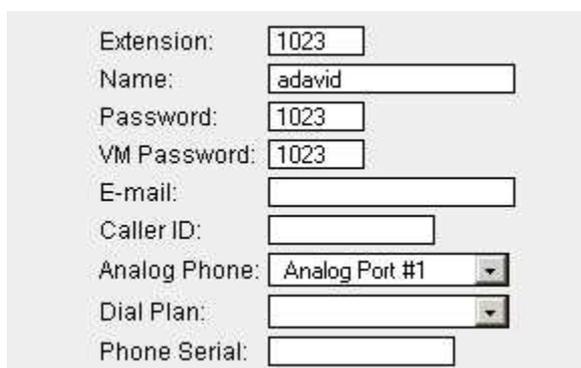
En el siguiente punto se va a configurar un teléfono análogo que funcionara como parte de la central y trabajara como una extensión más.

Como se dio a conocer en la central se tiene 4 puertos FXS y 4 puertos FXO, al realizar la configuración con la línea telefónica se debe tener muy en cuenta los puertos FXS y los puertos FXO para evitar algún problema con la central. FXS, la interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En

otras palabras, es el enchufe de la pared que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada FXO, interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono o aparato de fax, o el enchufe de su central telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO este adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina dispositivo FXO. FXO y FXS son siempre pares, es decir, similar a un enchufe macho/hembra. Sin una central, el teléfono se conecta directamente al puerto FXS que brinda la empresa telefónica.

Debe conectarse las líneas que suministra la empresa telefónica a la central y luego los teléfonos a la central. Por lo tanto, la central debe tener puertos FXO (para conectarse a los puertos FXS que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax).

Por último se va a realizar la configuración de la central con 2 teléfonos IP, 2 teléfonos analógicos y con una línea telefónica. La configuración de los teléfonos analógicos no necesitan dirección IP por lo cual su configuración es sencilla como se indica en la figura hay que tomar en cuenta que la configuración se realiza en la misma central, el valor que cambia con respecto a los teléfonos IP es en la opción Analog Phone en el que se señala el puerto al que va a estar conectado como se muestra en la figura 4.30.



Extension:	<input type="text" value="1023"/>
Name:	<input type="text" value="adavid"/>
Password:	<input type="text" value="1023"/>
VM Password:	<input type="text" value="1023"/>
E-mail:	<input type="text"/>
Caller ID:	<input type="text"/>
Analog Phone:	<input type="text" value="Analog Port #1"/>
Dial Plan:	<input type="text"/>
Phone Serial:	<input type="text"/>

Figura 4. 30 Configuración de Teléfonos Analógicos

## 4.6.2 Configuración del Buzón de Voz

En el de menú de configuración al lado izquierdo acceder haciendo clic en Voicemail como se muestra en la figura 4.31 en la venta que se abrirá modificar el número de buzón de voz y activar las distintas opciones.

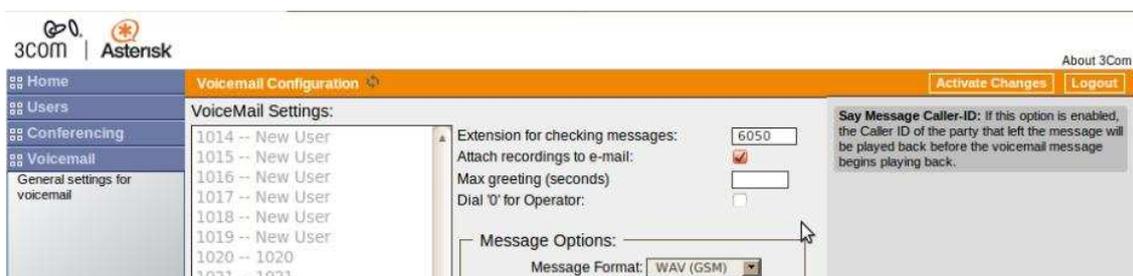


Figura 4. 31 Menú de buzón de voz

## 4.6.3 Configuración de Conferencia, Voice Menú

En el de menú de configuración al lado izquierdo acceder haciendo clic en Conferencing en la venta que se abrirá modificar el número de conferencia y las claves de usuario y moderador para la conferencia como se muestra en la figura 4.32.

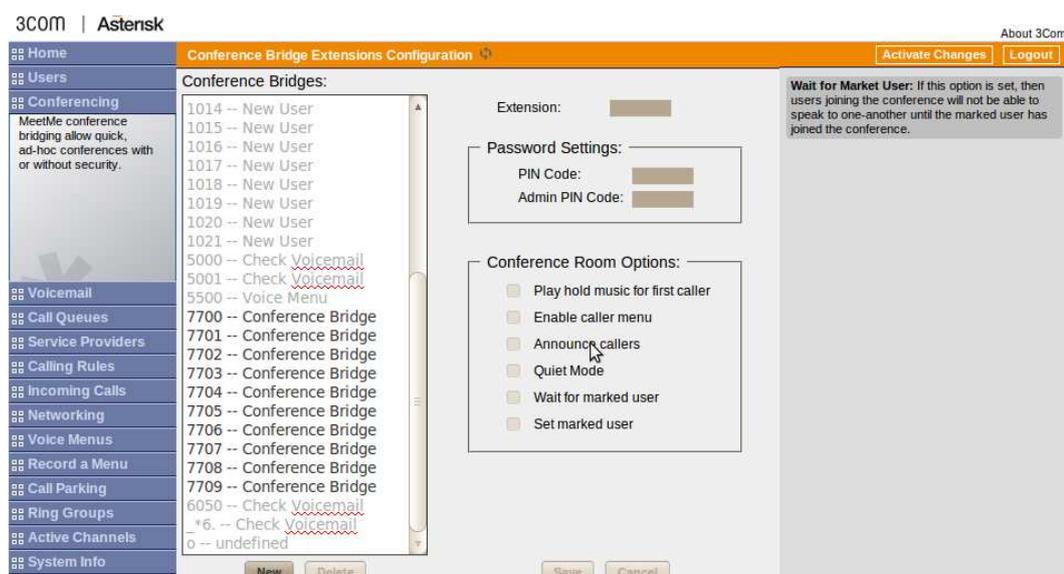


Figura 4. 32 Menú para configurar la herramienta Conferencia

Para utilizar el voice menú se debe realizar una grabación utilizando la herramienta Record a menú como se muestra en la figura 4.33.

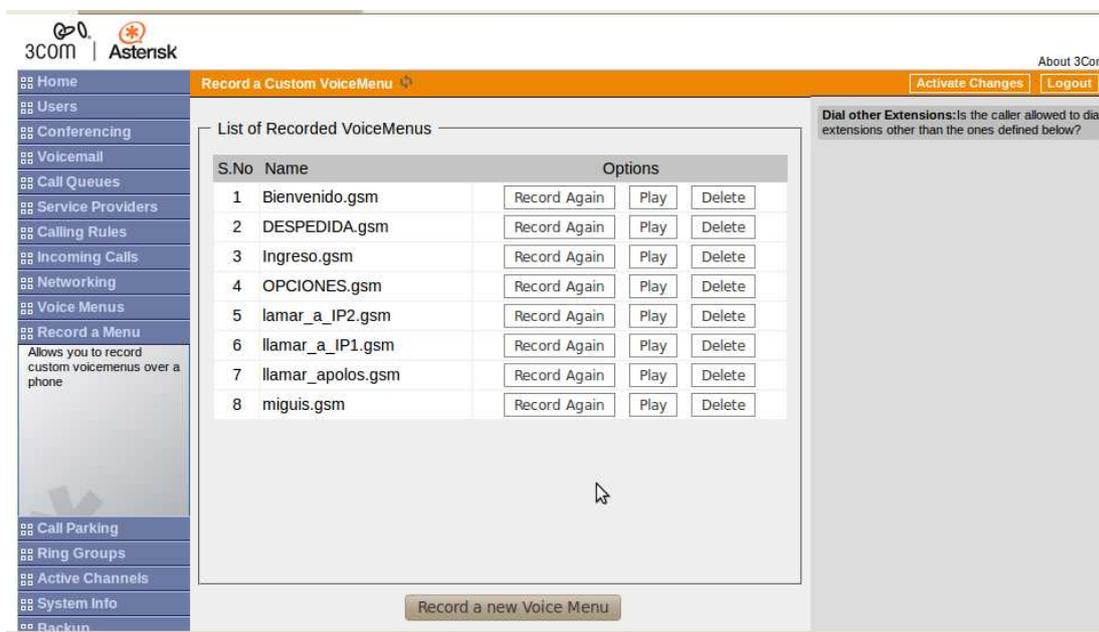


Figura 4. 33 Menú para grabar un mensaje de voz

En el menú de Voice Menú como se indica en la figura 4.34 se va a configurar un menú IVR o un simple anuncio, utilizando la grabación que se realizó, que será de utilidad al momento de usar una operadora virtual, para seleccionar la grabación que se tiene se debe seleccionar en el menú Add a New Step y buscar la opción Playback y buscar la grabación con el nombre que se haya guardado.

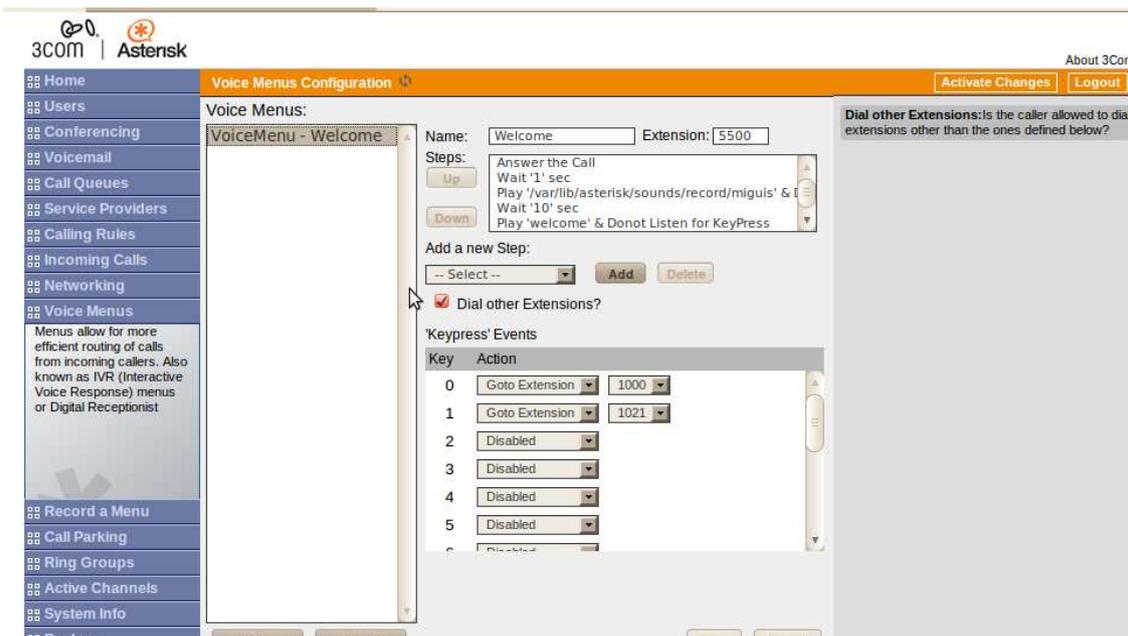


Figura 4. 34 Menú de voice menú

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la pestaña System Info se encuentra información acerca de la central PBX, indicar la versión y sus características.

## 4.7 CONFIGURACIÓN DE PLATAFORMA ASTERISK VARIAS CENTRALES.

Las centrales están ubicadas en la misma LAN por lo que la configuración de las mismas solo será en los archivos de configuración y no con el manejo de la red IP.

### DESARROLLO

Se desea conectar 2 o más centrales, cada central debe tener un computador con servidor Asterisk que se conecte con un teléfono IP y a un computador con Softphone, como se indica en la figura 4.35.

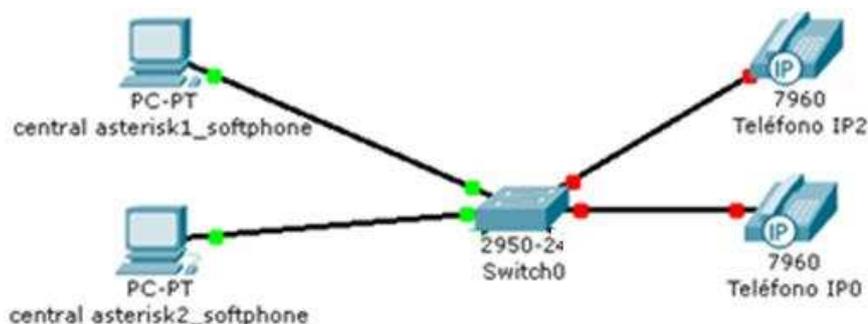


Figura 4. 35 Topología entre 2 centrales Asterisk

Los archivos de configuración a modificar son: sip, iax, extensions.conf.

En el archivo sip.conf se colocara lo siguiente:

Servidor A

```
;Nombre de referencia
[462] ;número de telefono
type=friend
secret=462pass ;clave de telefonos
qualify=yes
nat=no
```

host=dynamic  
canreinvite=no  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=alaw  
allow=h263  
allow=h263p  
context=telefonos  
mailbox=biblioteca@miprimerbuzon

;Nombre de referencia  
[463] ;número de telefono  
type=friend  
secret=463pass ;clave de telefonos  
qualify=yes  
nat=no  
host=dynamic  
canreinvite=no  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=alaw  
allow=h263  
allow=h263p  
context=telefonos  
mailbox=hospital@miprimerbuzon

#### Servidor B

; nombre de referencia  
[464]  
type=friend  
secret=464pass  
qualify=yes  
nat=no

```
host=dynamic
canreinvite=no
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=h263
allow=h263p
context=telefonos
mailbox=escuela@miprimerbuzon
```

; nombre de referencia

```
[465]
```

```
type=friend
secret=465pass
qualify=yes
nat=no
host=dynamic
canreinvite=no
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=h263
allow=h263p
context=telefonos
mailbox=asociacion@miprimerbuzon
```

En el archivo extensions.conf se colocara lo siguiente:

Servidor A

```
[telefonos]
```

; Declaración de prefijo numérico de otra central

```
exten => _5XXX,1, Dial(IAX2/centralb/${EXTEN},90,tr)
```

```
exten => _5XXX,2, Hangup
```

; Usuarios de la misma central

exten => 462,1,Dial(SIP/462,30,Ttm)

exten => 462,2,Hangup

exten => 462,102,Voicemail(462)

exten => 462,103,Hangup

; Usuarios de distinta central

exten => 3462,1,Dial(SIP/462,30,Ttm)

exten => 3462,2,Hangup

exten => 3462,102,Voicemail(462)

exten => 3462,103,Hangup

exten => 463,1,Dial(SIP/463,30,Ttm)

exten => 463,2,Hangup

exten => 463,102,Voicemail(463)

exten => 463,103,Hangup

exten => 3463,1,Dial(SIP/463,30,Ttm)

exten => 3463,2,Hangup

exten => 3463,102,Voicemail(463)

exten => 3463,103,Hangup

Servidor B

[telefonos]

exten => \_3XXX,1, Dial(IAX2/centrala/\${EXTEN},90,tr)

exten => \_3XXX,2,Hangup

exten => 464,1,Dial(SIP/464,30,Ttm)

exten => 464,2,Hangup

exten => 464,102,Voicemail(464)

exten => 464,103,Hangup

```
exten => 5464,1,Dial(SIP/464,30,Ttm)
```

```
exten => 5464,2,Hangup
```

```
exten => 5464,102,Voicemail(464)
```

```
exten => 5464,103,Hangup
```

```
exten => 465,1,Dial(SIP/465,30,Ttm)
```

```
exten => 465,2,Hangup
```

```
exten => 465,102,Voicemail(465)
```

```
exten => 465,103,Hangup
```

```
exten => 5465,1,Dial(SIP/465,30,Ttm)
```

```
exten => 5465,2,Hangup
```

```
exten => 5465,102,Voicemail(465)
```

```
exten => 5465,103,Hangup
```

En el archivo iax.conf se colocara lo siguiente, los siguientes parámetros de configuración son para 2 centrales:

Servidor A

```
; declaración de cada central
```

```
[centralb]; nombre de la central a la que se desee conectar es decir la o las centrales adjuntas
```

```
type=friend
```

```
username=centrala ;es el nombre la central propia
```

```
auth=plaintext
```

```
context=telefonos
```

```
peercontext=telefonos
```

```
host=x.x.x.x ;cambia la dirección del host de la central adjunta
```

```
secret=central
```

```
callerid='centralb'
```

```
trunk=yes
```

## Servidor B

[centrala]; nombre de la central a la que se desee conectar es decir la o las centrales adjuntas

type=friend

username=centralb ;es el nombre la central propia

auth=plaintext

context=telefonos

peercontext=telefonos

host=x.x.x.x ; cambia la dirección del host de la central adjunta

secret=central

callerid='centrala'

trunk=yes

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Modificar los codec's de voz en el archivo sip.conf y además explicar los mensajes que se generan en el CLI de asterisk de las 2 centrales al realizar la llamada. Explicar q sucede cuando se coloca el comando iax2 show peers en el CLI de asterisk.

#### 4.8 ANÁLISIS CON WIRESHARK EN LA PLATAFORMA ASTERISK CON VARIAS CENTRALES (3 CENTRALES ASTERISK).

##### MARCO TEÓRICO

Wireshark es el analizador de cualquier protocolo de red. Esto le permite capturar y navegar de forma interactiva en el tráfico que se ejecuta en una red informática. Wireshark se desarrollo gracias a las aportaciones de expertos en redes en todo el mundo.

Para su instalación se puede realizar en cualquier sistema operativo para lo cual se puede acceder a la página <http://www.wireshark.org/download.html> y descargar el más apropiado.

Se desea realizar una llamada entre teléfonos y softphones entre las 3 centrales como la figura 4.36, para analizar el tráfico y el Jitter en cada caso, tener instalado wireshark en cada central.

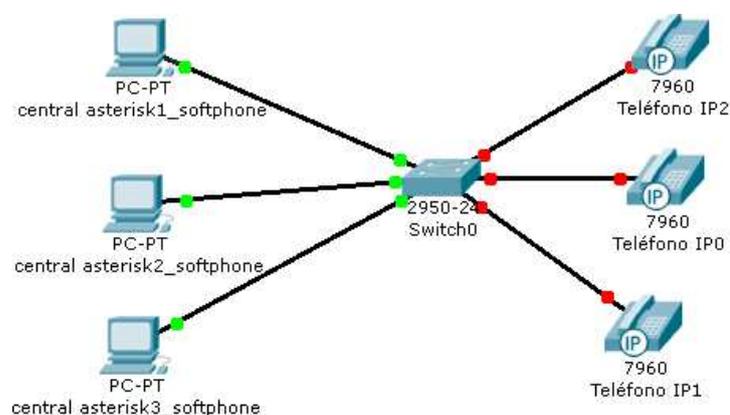
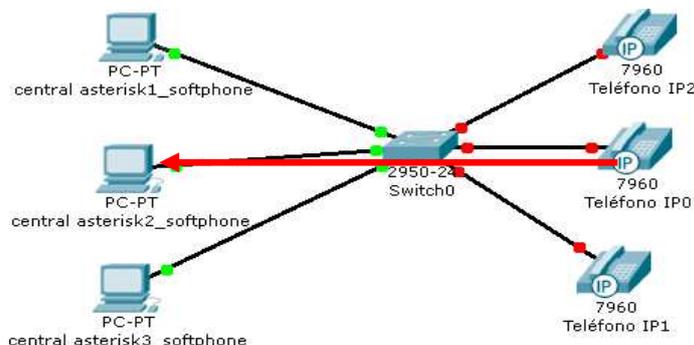


Figura 4. 36 Topología de red entre 3 centrales Asterisk

## DESARROLLO

### 4.8.1 Realizar una llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central sin trafico HTTP.

Topología de red



Como primer escenario se pone a correr el programa wireshark y se realiza una llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central. Tenemos la captura de wireshark, figura 4.37, donde se muestra el tráfico RTP que nos indica la llamada realizada desde su punto de origen (teléfono IP) hacia la central (Softphone).

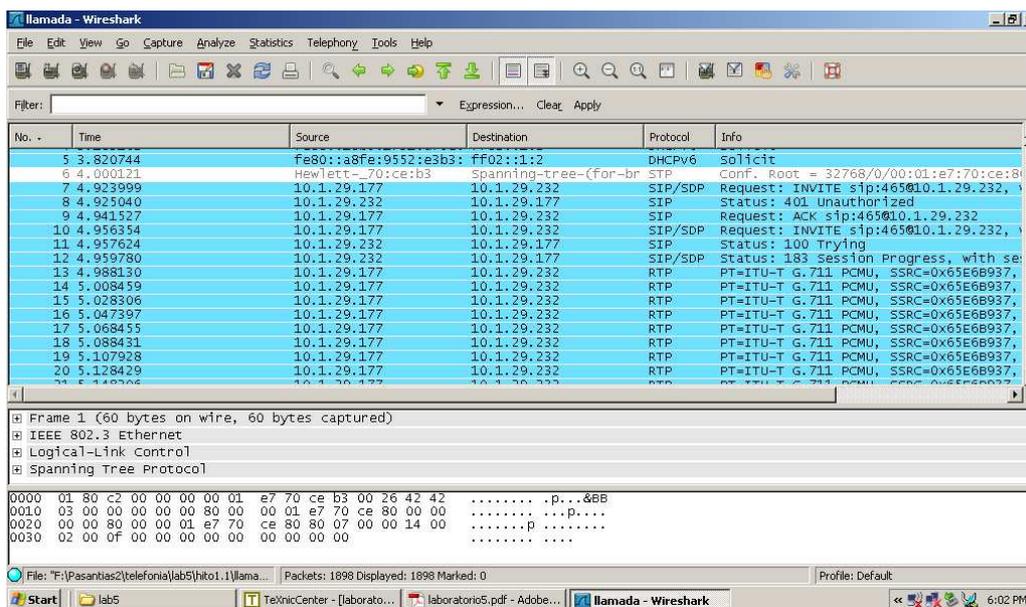


Figura 4. 37 Interfaz wireshark

Para realizar la gráfica de ancho de banda se realiza clic en el Menú Statistics y después en IOGraphs y aparece la gráfica como se muestra en la figura 4.38.

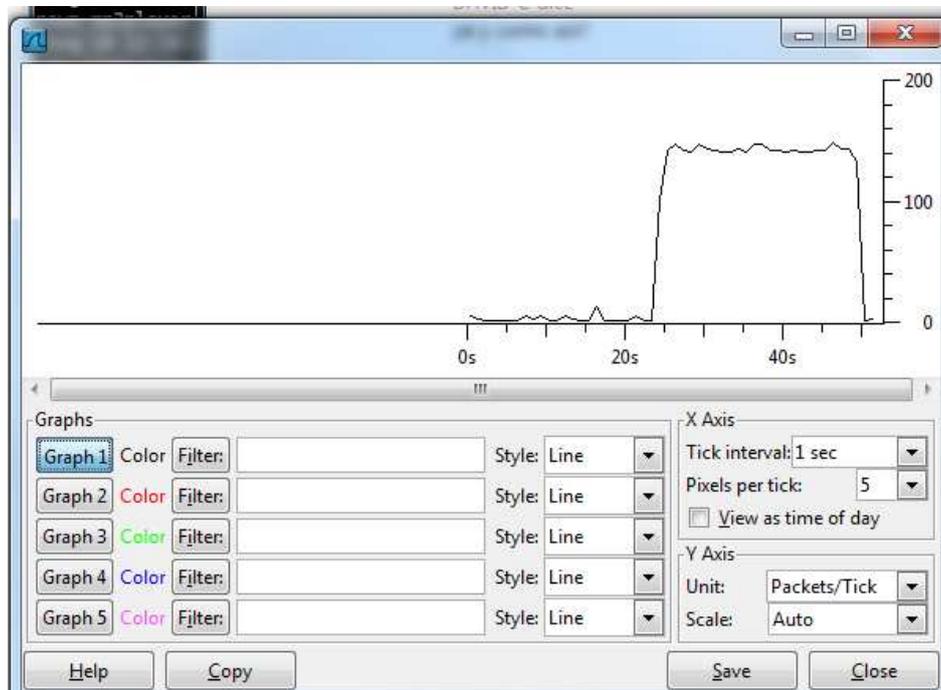


Figura 4. 38 Gráfica ancho de banda

Como nos interesa el tráfico que está llegando al host, y el que esta enviando, entonces colocamos el comando `ip.dst==x.x.x.x` (dirección Ip del host), explicar la diferencia entre las 2 gráficas obtenidas, la gráfica se encuentra en la escala de bits/seg que se la escoge en la parte inferior derecha en la opción Units, como se muestra en la figura 4.39.

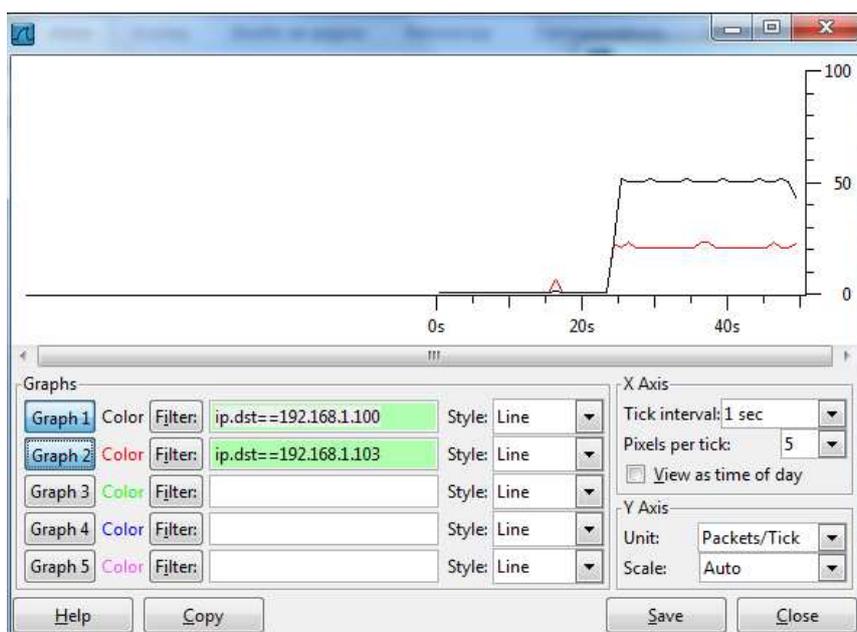


Figura 4. 39 Gráfica del tráfico del Host

El programa wireshark tiene varias herramientas para el análisis de voz sobre IP en la cual se utilizara la opción RTP y la opción VoIP Calls que se encuentran en el menú Telephony. En RTP, se da clic en Show ALL Streams, donde se muestra todos los stream que hay en la captura, tenemos dos stream's por que se realizó una sola llamada, como se muestra en la figura 4.40.

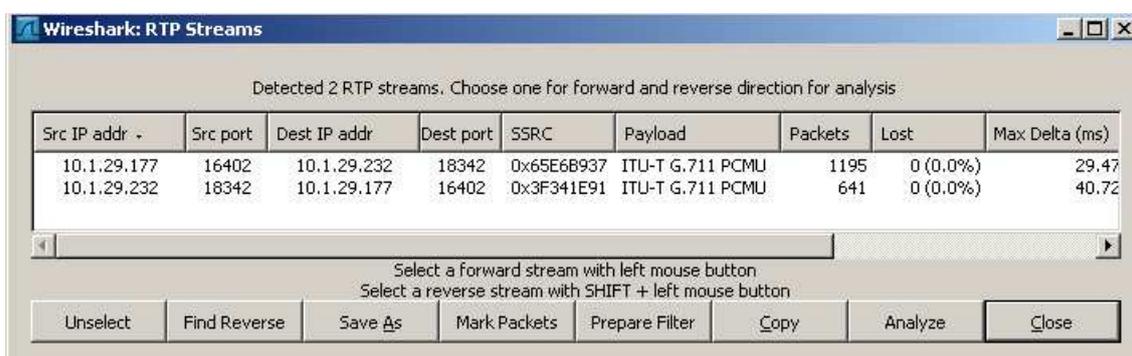


Figura 4. 40 RTP Streams

Seleccionamos el stream que indica la dirección de destino (Host), se mostrará una nueva pantalla donde hay un análisis más detallado de cada stream. A través de ésta

pantalla podrá realizar un mejor análisis del tráfico, visualizando el porcentaje de paquetes perdidos (Lost %), máx jitter [ms] y máx retardo [ms] (Max Delta) como se muestra en la figura 4.41.

Luego de haber obtenido éstos parámetros se debe realizar una evaluación para especificar la calidad de Voz IP.

Se definen valores máximos de los siguientes parámetros Jitter, Pérdida de paquetes y latencia, los cuales fueron clasificados como: Excelente, Bueno, Aceptable y Pobre como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Parámetros de Calidad de servicio

Clasificación de QoS Subjetiva para VoIP (MOS)				
Parámetro	Excelente	Bueno	Regular	Pobre
Jitter [ms]	$t < 10$	$10 \leq t < 20$	$20 \leq t < 50$	$t \geq 5$
Latencia [ms]	$t < 50$	$50 \leq t < 150$	$150 \leq t < 300$	$t \geq 300$
% Pérdida paquetes	$p < 0.1$	$0.1 \leq p < 0.5$	$0.5 \leq p < 1.5$	$p \geq 1,5$

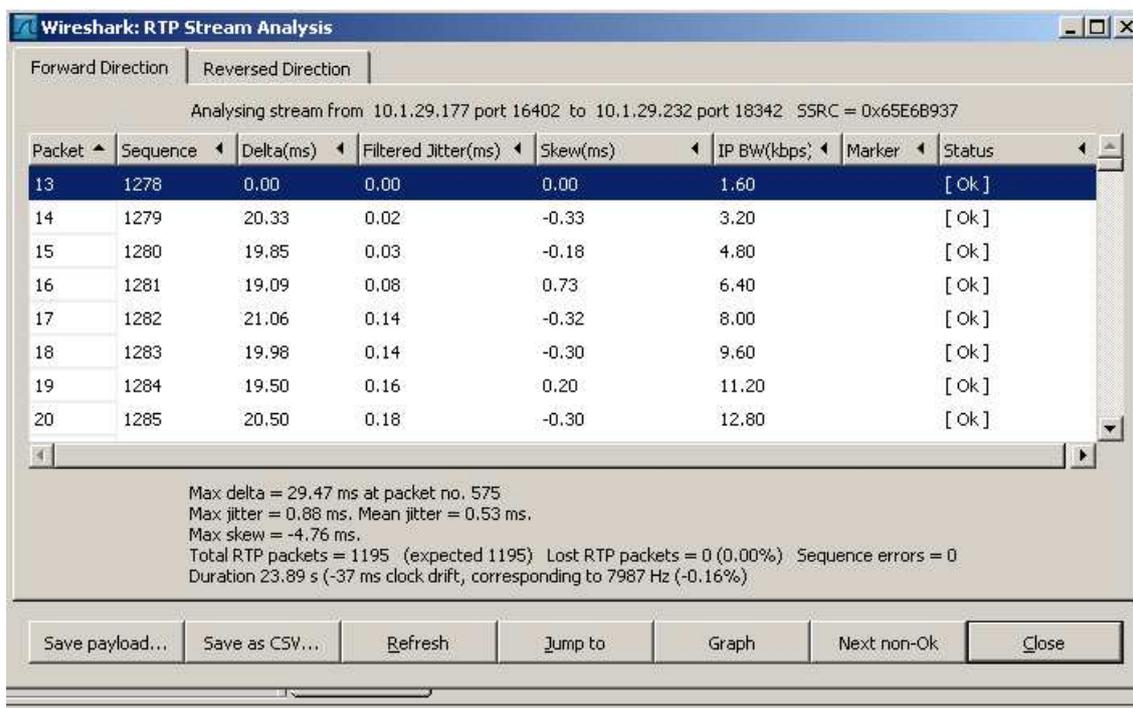


Figura 4. 41. Detalles del Stream

Se realiza clic en GRAPH aparece una ventana como se muestra en la figura 4.42 en la cual se encuentran las gráficas de Jitter VS Tiempo.

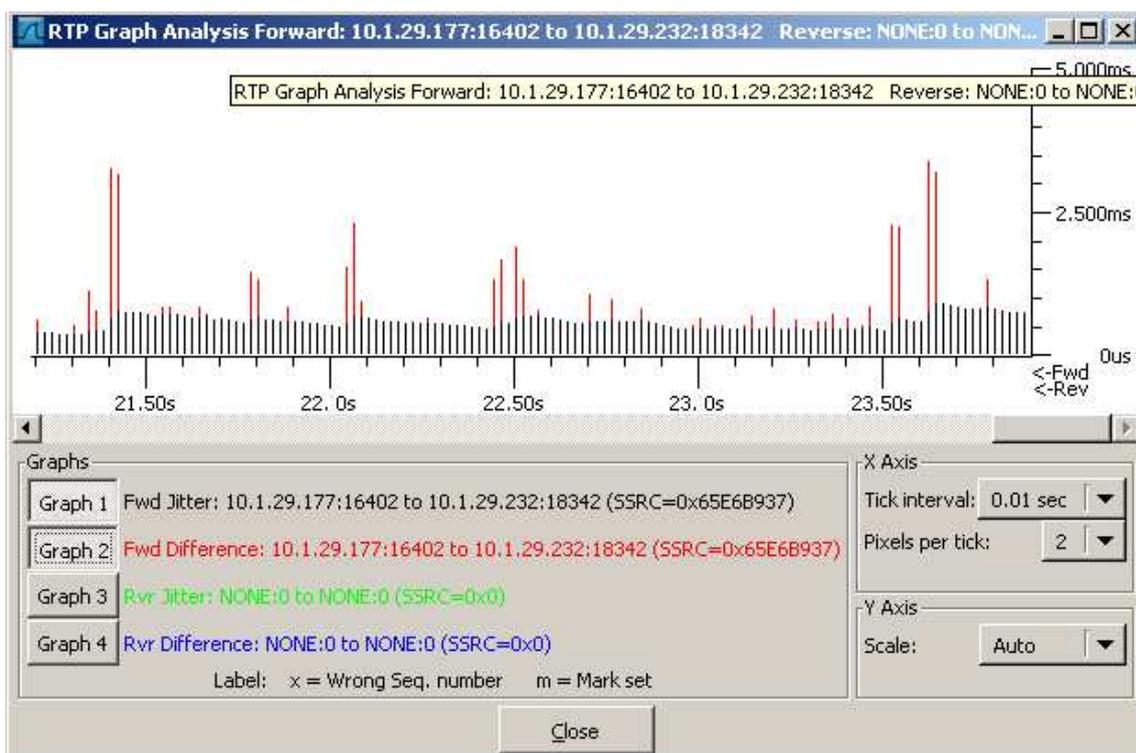


Figura 4. 42 Gráfica Jitter Vs tiempo

En VoIP Calls que está en el menú Telephony donde se muestra la cantidad de llamadas realizadas, también se observa el protocolo que se está utilizando en este caso es SIP como se muestra en la figura 4.43.

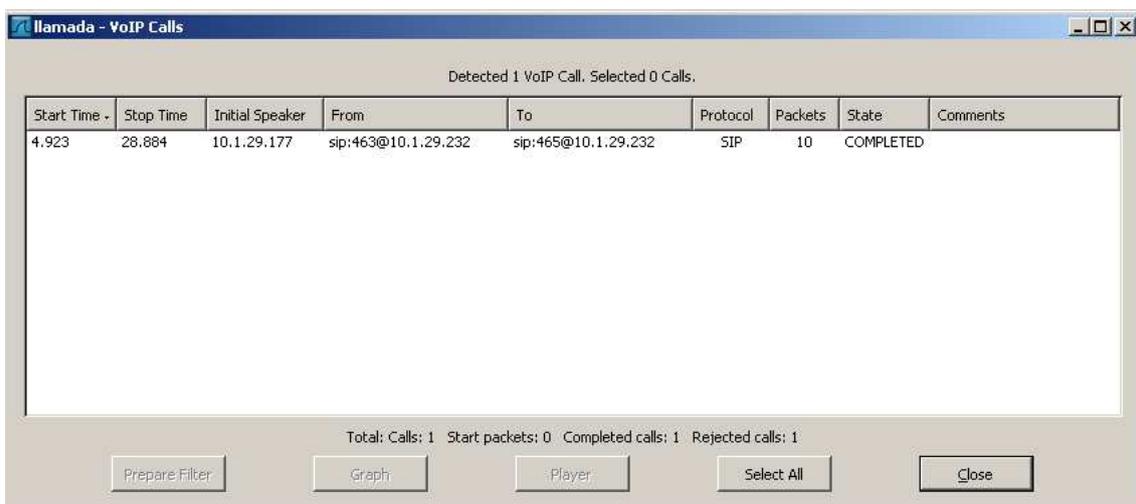


Figura 4. 43 Gráfica VoIP Calls

En este caso se selecciona la llamadas y se presiona el botón Flow, en esta gráfica se puede observar cómo se realizo la llamada como se conecto y el trabajo de protocolo SIP como se indica en la figura 4.44.

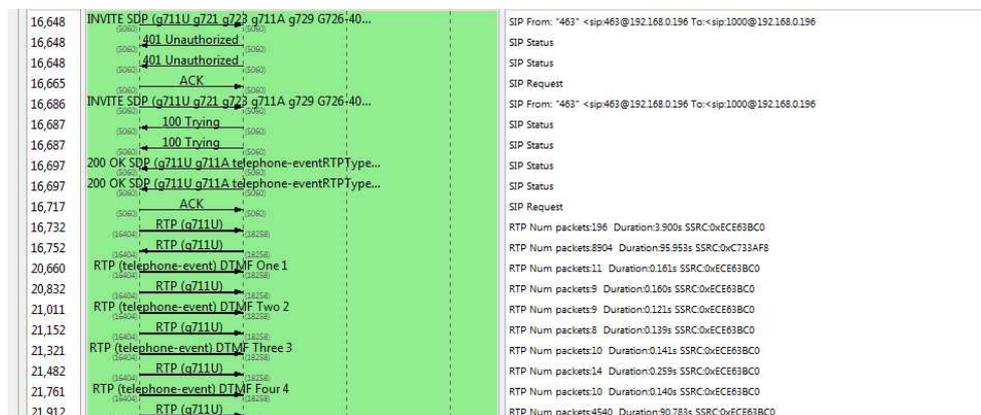


Figura 4. 44 Conexión de la llamada protocolo SIP

Se selecciona la llamada y presionamos Player, y el valor de Jitter Buffer esto simula un receptor. El valor de Jitter Buffer si es grande es para que no descarte ningún paquete como se muestra en la figura 4.45.

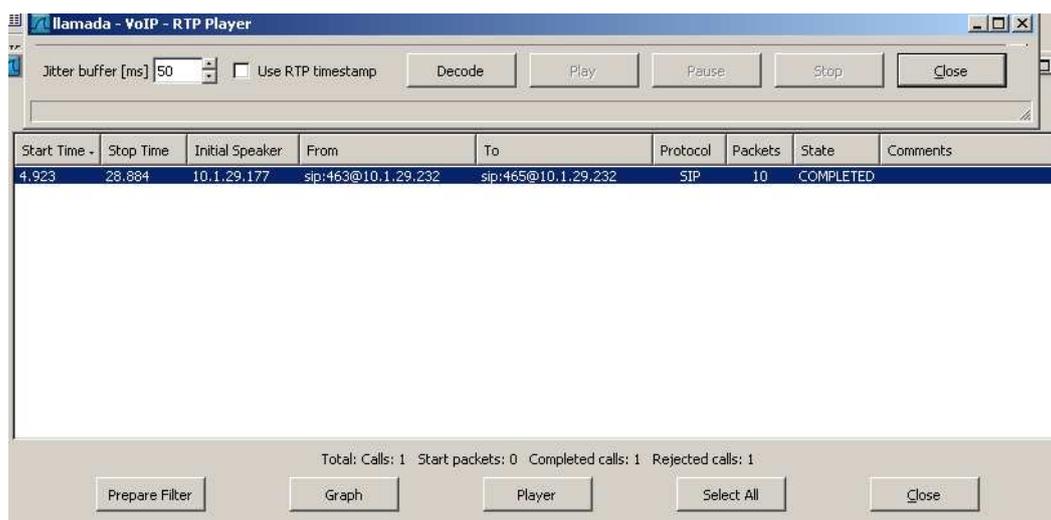


Figura 4. 45 Gráfica RTP Player

Se presiona Decode y se obtiene la gráfica de la señal en función del tiempo. Para reproducir se selecciona el espacio a lado de From y se hace clic en PLAY como se muestra en la figura 4.46. Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para obtener conclusiones.

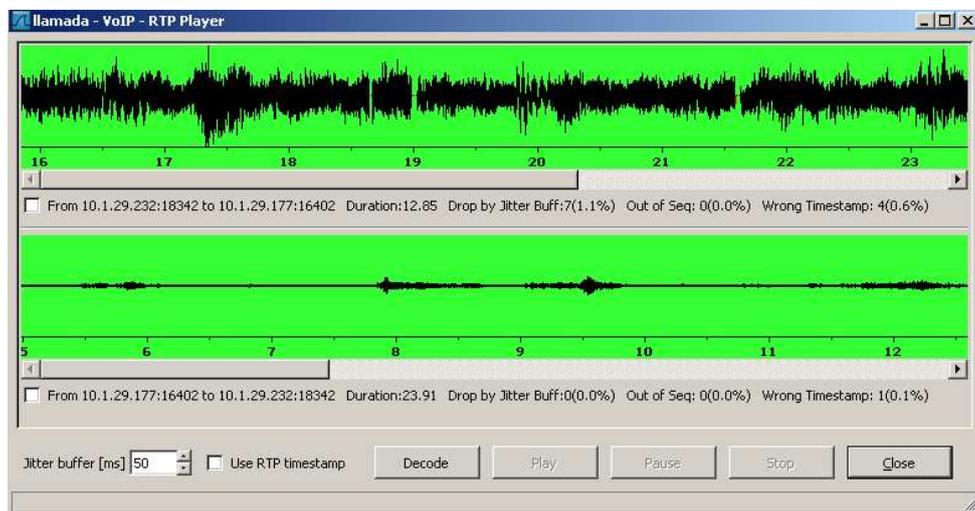
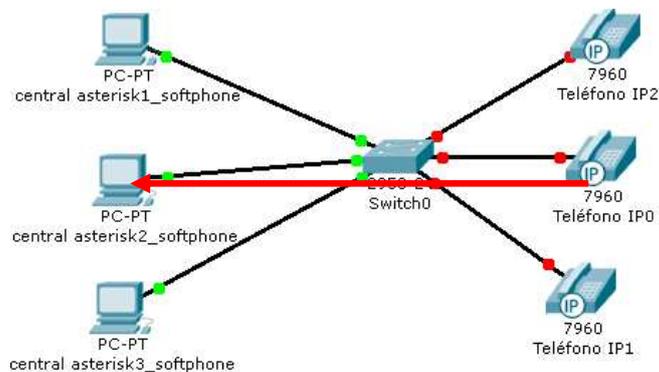


Figura 4. 46 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player

Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para sacar nuestras conclusiones.

#### 4.8.2 Llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central con tráfico HTTP.

Topología de red



Como segundo escenario se pone a correr el programa wireshark, se genera tráfico HTTP bajando archivos de la WEB y se realiza una llamada desde el Teléfono IP de la primera central hacia el softphone de la segunda central.

Se tiene la captura de wireshark, donde se muestra el tráfico RTP como se muestra en la figura 4.47 que se indica la llamada realizada desde su punto de origen (teléfono IP) hacia la central (Softphone), y el tráfico HTTP que nos indica el manejo de archivos.

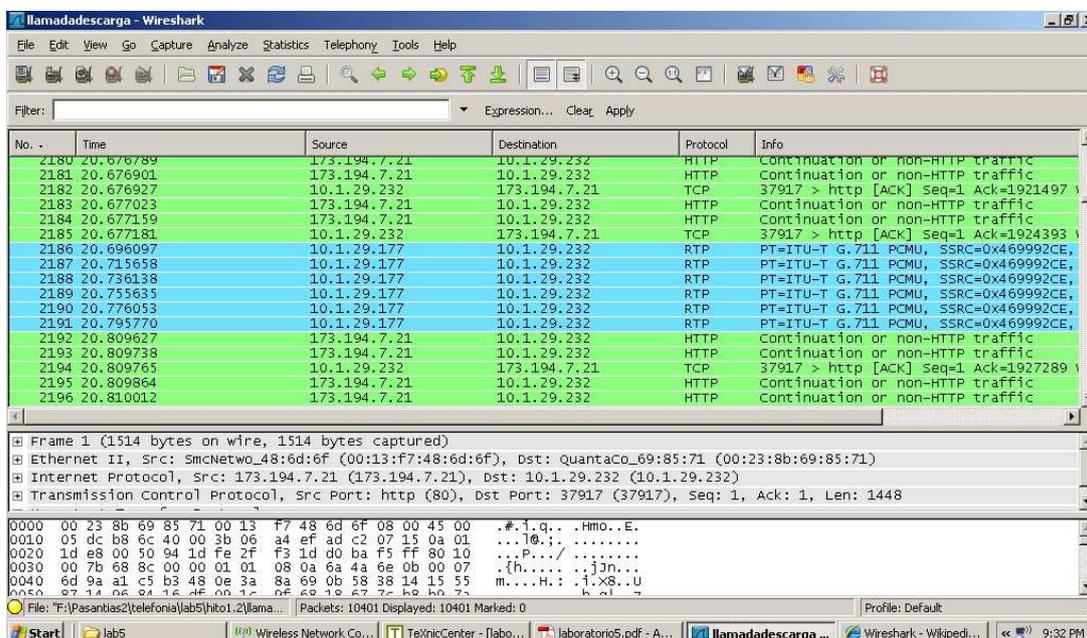


Figura 4. 47 Interfaz wireshark

Para realizar la gráfica de ancho de banda se realiza clic en el Menú Statistics y después en IOGraphs y aparece la gráfica como se muestra en la figura 4.48

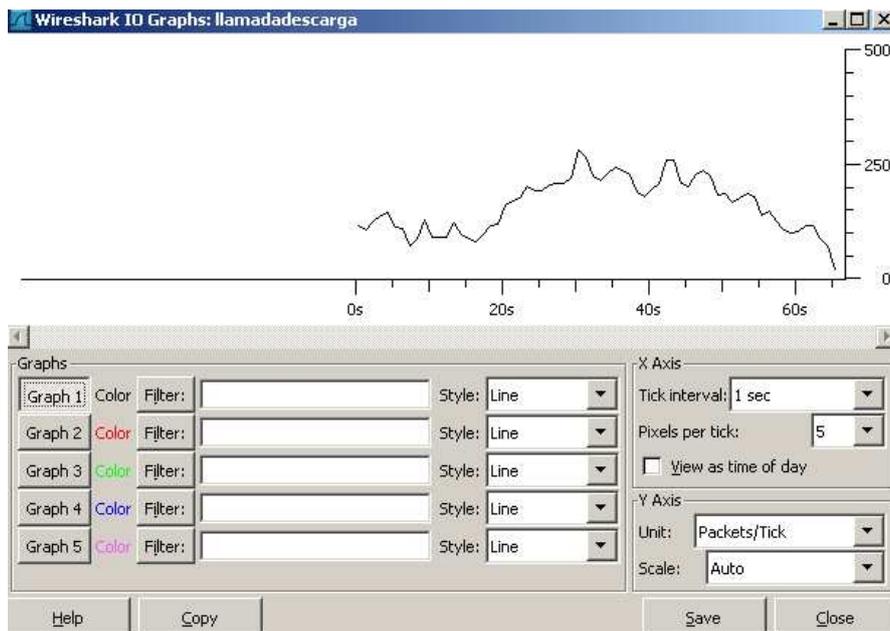


Figura 4. 48 Gráfica ancho de banda

Para filtrar el tráfico de voz colocamos el comando `ip.dst==x.x.x.x and rtp` y para obtener el tráfico de descarga de archivos colocamos el comando `ip.dst==x.x.x.x and http` como se muestra en la figura 4.49. Al ver la gráfica se nota que el tráfico de HTTP es mayor al tráfico RTP.

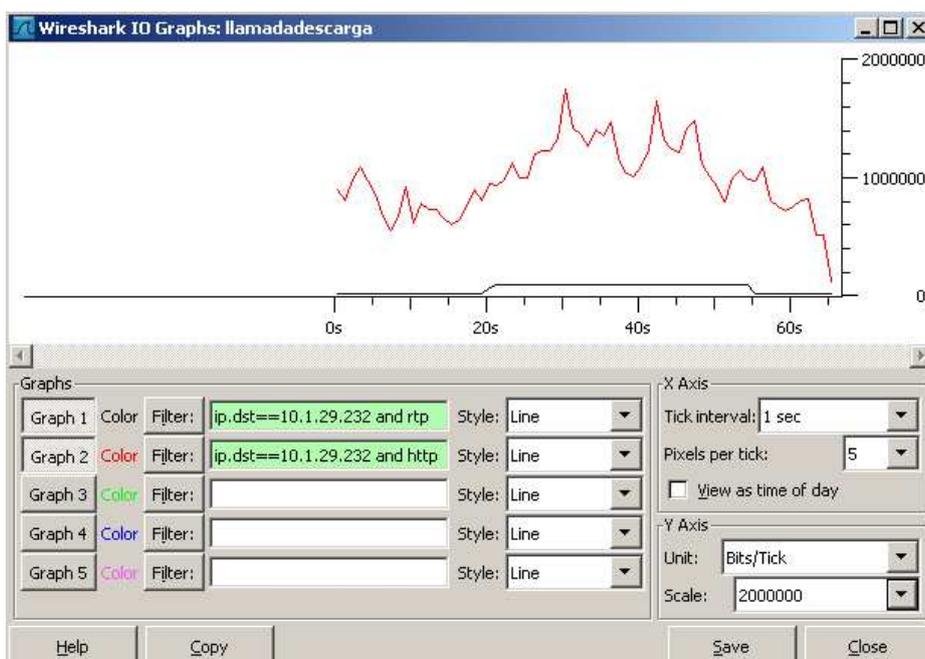


Figura 4. 49 Grafico de tráfico de voz y de datos.

En RTP que se encuentra en el menú Telephony, se da clic en Show ALL Streams, donde se muestra todos los stream que hay en la captura..

Seleccionamos el stream que indica la dirección de destino (Host), se mostrará una nueva pantalla donde hay un análisis más detallado de cada paquete, Presionamos GRAPH aparece una ventana en la cual se encuentran las gráficas de Jitter VS Tiempo como se muestra en la figura 4.50.

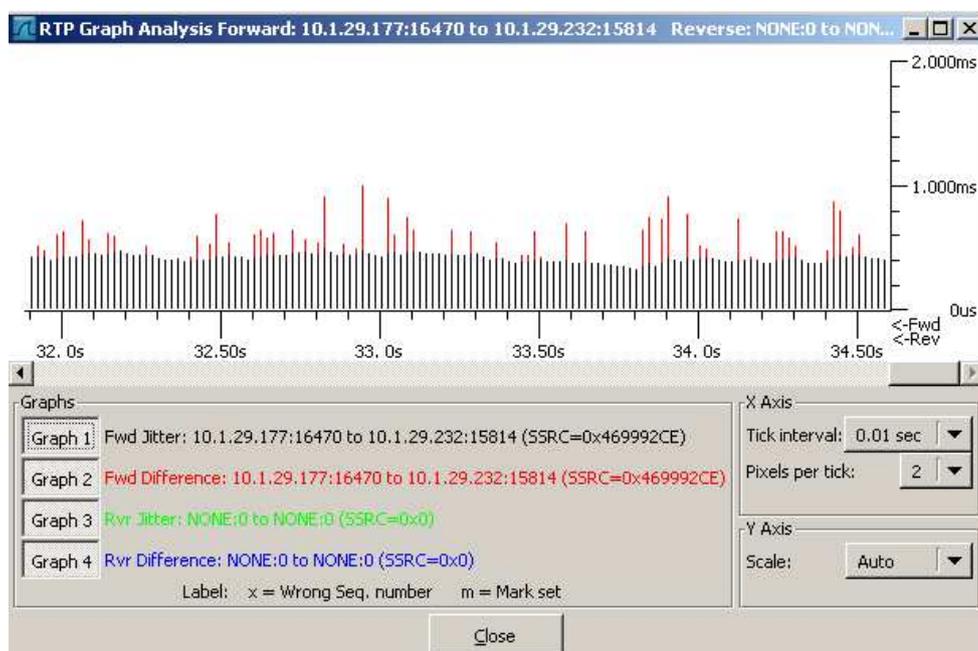


Figura 4. 50 Gráfica Jitter Vs tiempo

En VoIP Calls que está en el menú Telephony donde se muestra la cantidad de llamadas realizadas. Se selecciona la llamada y presionamos Player, y el valor de Jitter Buffer esto simula un receptor. El valor de Jitter Buffer es grande es para que no des-carte ningún paquete como se muestra en la figura 4.51.

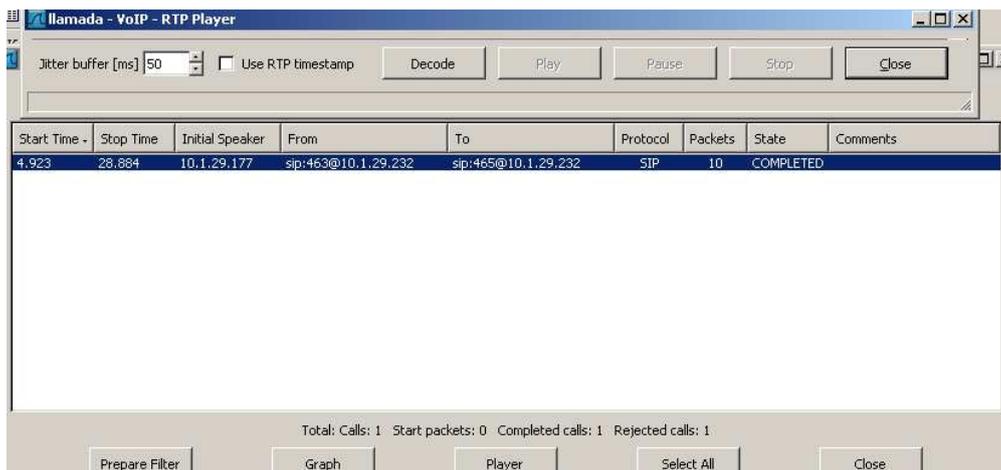


Figura 4. 51 Gráfica RTP Player

Se presiona Decode y se obtiene la gráfica de la señal en función del tiempo. Para reproducir se hace activa la opción de From y se hace clic en PLAY como se muestra en la figura 4.52.

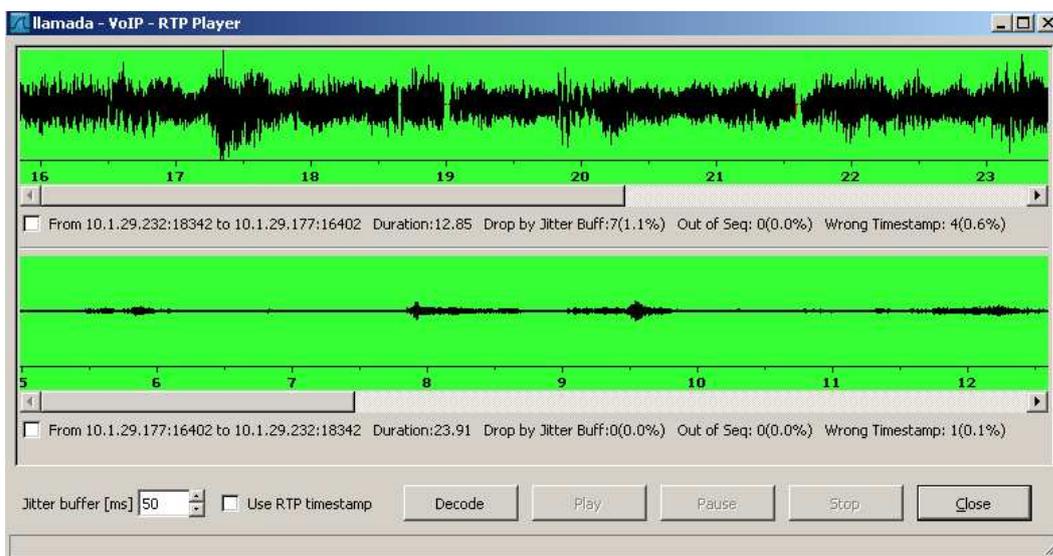
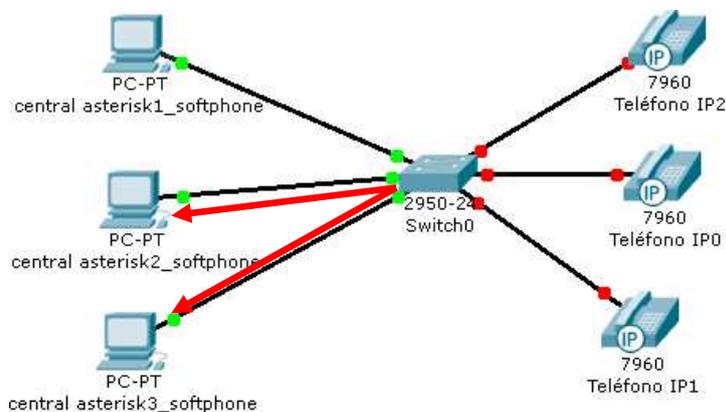


Figura 4. 52 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player

Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para sacar nuestras conclusiones.

### 4.8.3 Llamada desde el softphone IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central sin tráfico HTTP.

Topología de red



Como tercer escenario se pone a correr el programa wireshark y se realiza una llamada desde el Teléfono IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central. Con respecto a los anteriores ítems, se realiza de la misma manera tomando en cuenta que la opción de VoIP Calls se indica de donde salió la llamada es decir indica que es de otra central.

En VoIP Calls donde se muestra la cantidad de llamadas realizadas como se muestra en la figura 4.53. Se selecciona la llamada y presionamos Player, y el valor de Jitter Buffer esto simula un receptor. El valor de Jitter Buffer es grande es para que no descarte ningún paquete.

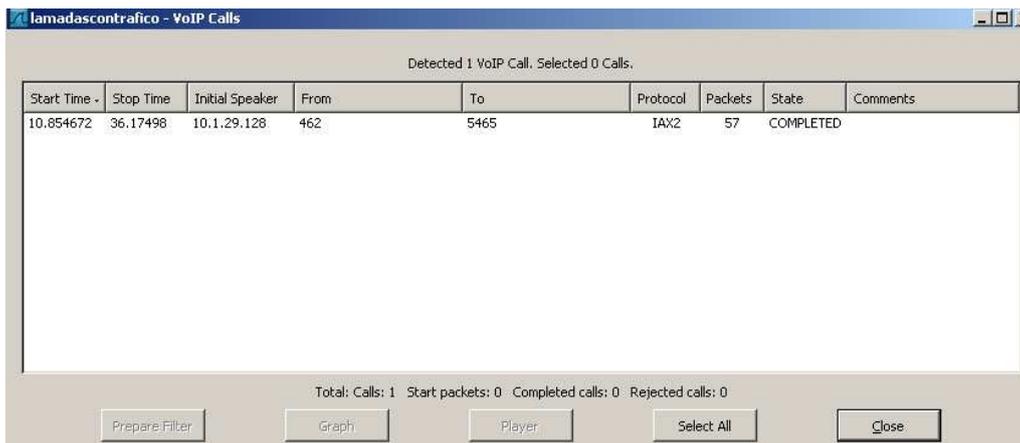


Figura 4. 53 Gráfica RTP Player

Se presiona Decode y se obtiene la gráfica de la señal en función del tiempo. Para reproducir se hace activa la opción de From y se hace clic en PLAY como se muestra en la figura 4.54.

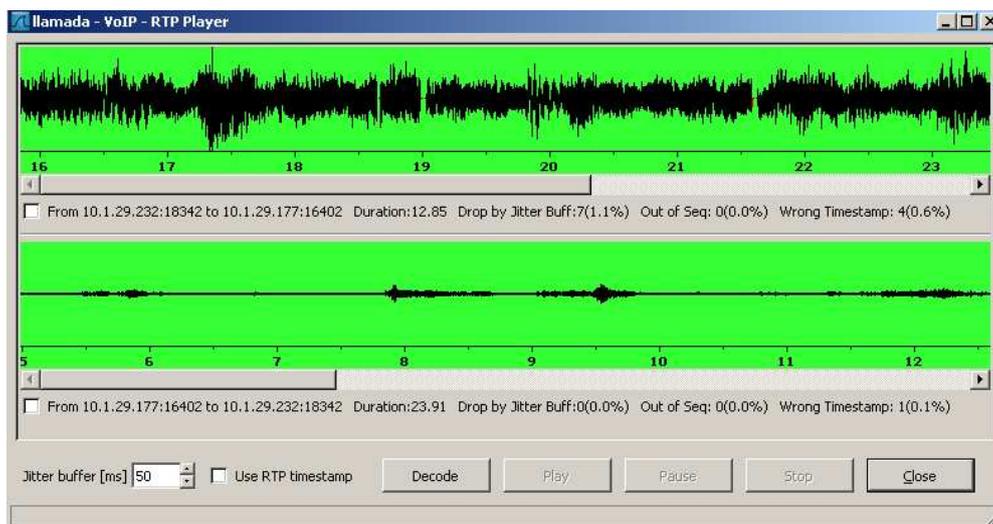
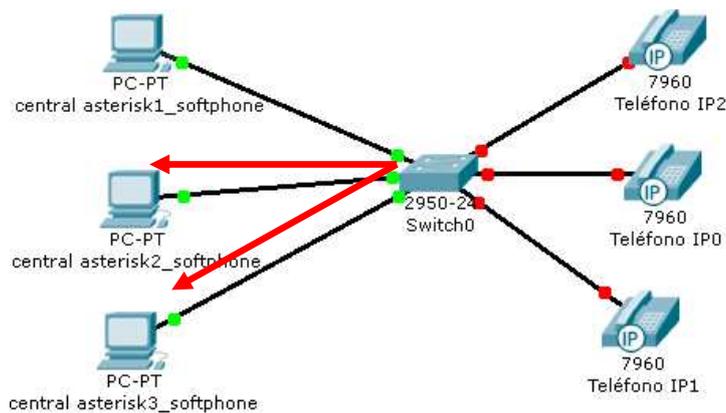


Figura 4. 54 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player

Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para sacar nuestras conclusiones.

#### 4.8.4 Llamada desde el softphone IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central con tráfico HTTP.

Topología de red



Como cuarto escenario se pone a correr el programa wireshark, generamos tráfico HTTP bajando archivos de la WEB y se realiza una llamada desde el Teléfono IP de la segunda central hacia el softphone de la tercera central. Con respecto a los anteriores Hito, se realiza de la misma manera tomando en cuenta que el ítem de VoIP Calls se indica de donde salió la llamada es decir indica que es de otra central.

En VoIP Calls donde se muestra la cantidad de llamadas realizadas como se muestra en la figura 4.55. Se selecciona la llamada y presionamos Player, y el valor de Jitter Buffer esto simula un receptor. El valor de Jitter Buffer es grande es para que no descarte ningún paquete.

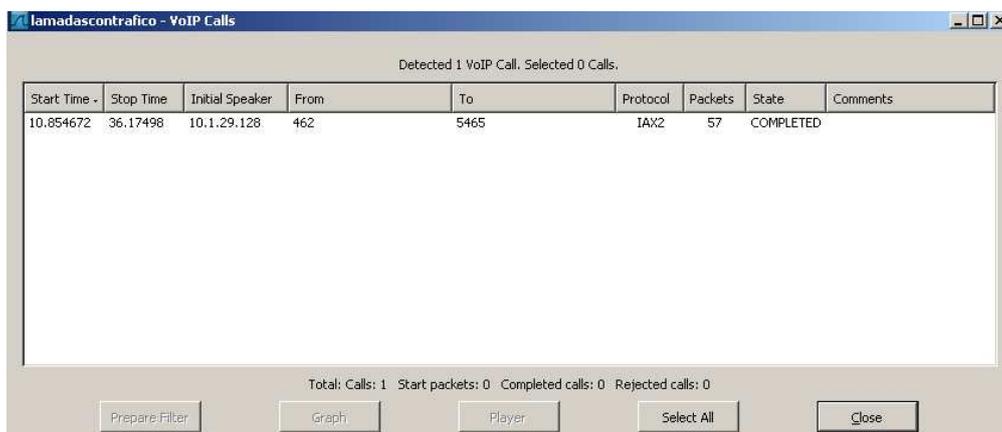


Figura 4. 55 Gráfica RTP Player

Se presiona Decode y se obtiene la gráfica de la señal en función del tiempo. Para reproducir se hace activa la opción de From y se hace clic en PLAY como se muestra en la figura 4.56.

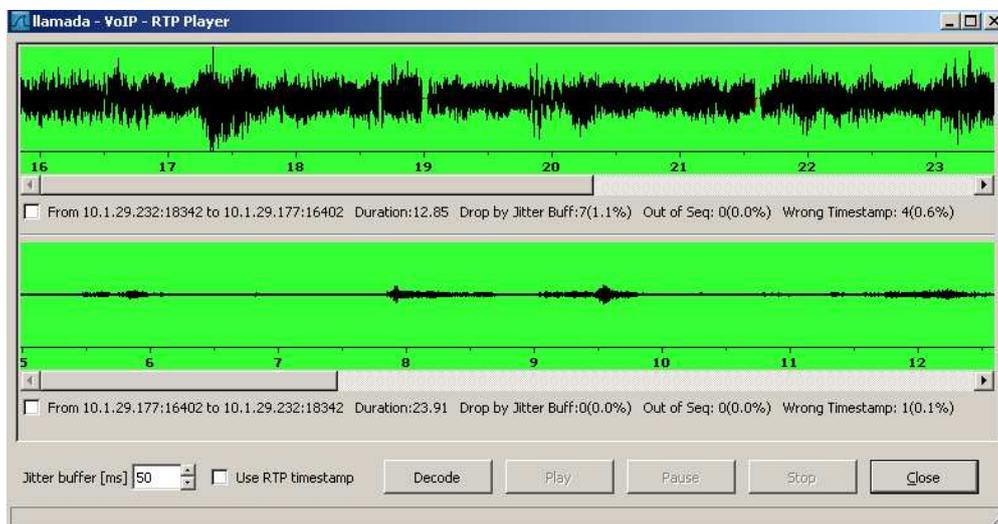


Figura 4. 56 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player

Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para sacar nuestras conclusiones.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Explicar cada una de las gráficas obtenidas, la diferencia entre realizar llamadas desde el teléfono IP hacia el softphone y entre softphone, como extra realizar una llamada hacia cualquier central que ya está conectada en una conversación mientras se realiza la captura wireshark.

## 4.9 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX.

### MARCO TEÓRICO

Se desea configurar el servidor Elastix que se conecte con un teléfono IP y a un computador con Softphone, como se indica en la figura 4.57.

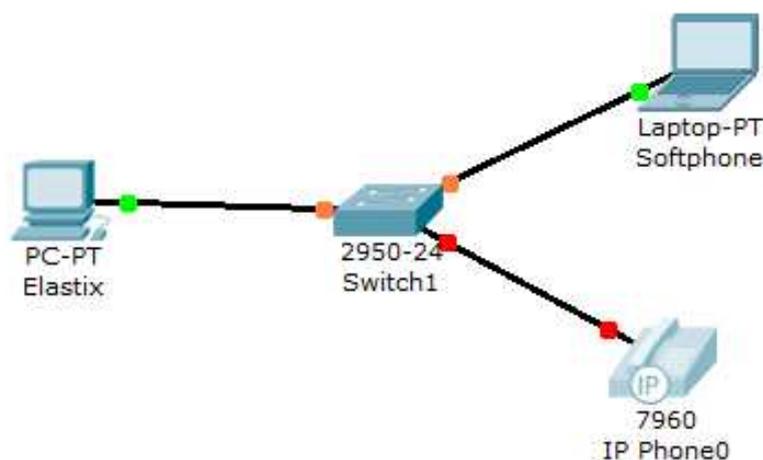


Figura 4. 57 Topología Elastix básica

### DESARROLLO

Para la instalación de Elastix es necesario que tengamos un computador dedicado o en maquina virtual para estos fines.

Lo primero que debemos hacer es ir a la web de Elastix [www.elastix.org](http://www.elastix.org) y descargar la versión que sea la adecuada para nosotros. Ahí tenemos la opción de descargar la versión en 32 bits o una versión para 64. Para el desarrollo de esta guía se utilizara la versión Elastix 2.0.1 ISO (32 bits) y se instalara en una máquina virtual, se escogió VMware en Ubuntu. Luego de descargar la imagen que vamos a utilizar se carga este .iso como sistema operativo. Para comenzar a utilizar elastix, nos aparecerá la siguiente figura 4.58.



Figura 4. 58 Menú de instalación de ELASTIX

Luego de esto, el sistema irá mostrando una serie de datos y parámetros hasta que llega a una pantalla donde se pide seleccionar el lenguaje de la instalación. Se selecciona español y damos a la tecla TAB hasta que se coloque sobre el Ok, luego se va a pedir la configuración para el teclado y se selecciona el más adecuado [31].

Después nos indica una opción donde se debe seleccionar el tipo de partición que se quiere del disco duro y como distribuir dichas particiones. Lo recomendable es dejar que el sistema haga sus particiones automáticamente ya que viene optimizado para ello. En esta pantalla se recomienda seleccionar la primera opción que es remover particiones en dispositivos seleccionados y crear disposición. Luego se presiona la tecla TAB hasta llegar a Aceptar como se indica en la figura 4.59.



Figura 4. 59 Menú de particiones del computador

Cuando se selecciona Aceptar y se presione ENTER, saldrá un cuadro de aviso donde se advierte sobre si estar seguro que se quiere borrar toda la información de todas las particiones, a lo que se responderá que sí.

Finalizado esto, indicara un mensaje preguntando si se quiere revisar como ha quedado las tablas de particiones y eso, se responderá que no y seguirá con la instalación indicando la siguiente pantalla que es donde se pide el gestor de arranque.

Por defecto sale en la primera opción que es el GRUB, se da TAB y luego Aceptar.

En las siguientes dos pantallas que vienen a continuación se debe seleccionar las primeras opciones, las cuales son las que vienen por defecto.

Después de esto, saldrá un cuadro donde pide que le asignemos una contraseña al usuario root, que es el administrador del sistema. **Es muy importante que no pierda esta contraseña\* ya que podrá terminar con una reinstalación de todo el sistema si esto ocurre.**

Hay que tener en cuenta que la configuración de red es automática a lo que al mensaje que nos sale presionar sí.

Al finalizar la instalación del Elastix, se mostrara una ventana de la consola de la PBX, donde se pedirá un usuario (Elastix login:), ahí se coloca **root** y en el **\*password** se pondrá el que se haya utilizado en la instalación como se indica en la figura 4.60.

```
CentOS release 5.5 (Final)
Kernel 2.6.18-194.3.1.el5 on an i686

localhost login: root
Password:
Last login: Tue Aug 23 08:35:36 on tty1

Welcome to Elastix
-----

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.1.107
```

Figura 4. 60 Ingreso de contraseña al sistema ELASTIX

Luego de haber entrado a nuestro sistema saldrá un mensaje en inglés que dice: To Access your Elastix System, using a separate Workstation (PC/MAC/Linux) Open the Internet Browser using the following URL <http://x.x.x.x/>

La dirección IP x.x.x.x corresponde a mi PBX debido a que tengo un servidor DHCP corriendo en la red, el cual asigna direcciones en ese rango, esto no quiere decir que le salga la misma dirección IP.

En primer lugar, se debe tener la seguridad si la central y el computador que se utiliza están comunicados, es decir que se encuentran en la misma red. Después, lo que se tiene que hacer es abrir un explorador y en el mismo colocar la dirección IP que se asigno a la central, en el caso de realizar una instalación virtual se utilizara el mismo computador.

Inmediatamente se comunica una advertencia donde indica que no conoce esa entidad emisora de certificados, se da clic sí a todas las advertencias, luego aparece la

página de inicio de ELASTIX, donde solicita el usuario y password como se indica en la figura 4.61.



Figura 4. 61 Ventana de bienvenida de ELASTIX

Se escribe el username admin y el password que se dio durante la instalación. Luego de esto, aparece la ventana Sistema que es la ventana de presentación de elastix.

#### 4.9.1 Configuración extensiones

Lo primero que se debe hacer es ir a la pestaña que dice PBX y dar click sobre ella. Ahí se encontrara con un amplio menú donde están ciertas opciones que tiene nuestro servidor Elastix que pueden ser configuradas como se indica en la figura 4.62.



Figura 4. 62 Menú PBX

En la parte de extensiones saldrá la opción de crear Generic Sip Device, se presiona el botón submit y presenta una serie de campos para ser llenados por el administrador como se muestra en la figura 4.63.

Para crear una extensión SIP 2500, para esto solo se debe agregar este número en el campo User Extensions, luego en el Display name ponemos igual 2500. Después de esto, digitamos en secret la clave para este caso será 2500. Seguimos hacia abajo y se habilita la opción de buzón de voz y le se agrega como clave el número de la extensión. En la parte del fondo damos clic en Submit.

Luego de esto, aparece en la parte superior de la pagina un cintillo o banda de color rosado claro que dice: Apply Configuration Changes Here, damos click sobre dicha banda (la cual debe desaparecer después de haber dado click), igualmente se realizara la configuración para otra extensión con el número 2600 ya que una extensión estará en el softphone y la otra en un teléfono IP.

### Add SIP Extension

---

Add Extension

---

User Extension

Display Name

CID Num Alias

SIP Alias

---

Extension Options

---

Outbound CID

Ring Time

Call Waiting

Call Screening

Pinless Dialing

Emergency CID

---

Assigned DID/CID

---

DID Description

Add Inbound DID

Add Inbound CID

---

Device Options

---

This device uses sip technology.

secret

dtmfmode

Figura 4. 63 Menú de número de extensión

Configurar el softphone con la extensión 2500 y el teléfono IP con la extensión 2600.

### Análisis de resultados

Realizar las pruebas correspondientes de funcionalidad. Revisar el menú Tools con los comandos que trabaja asterisk explicar si funcionan y si es así explicar el porqué?, explicar la ventana Sistema q es la página de presentación de elastix.

## 4.10 SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX Y ANÁLISIS CON WIRESHARK.

### MARCO TEÓRICO

Antes de de nada se debe configurar como mínimo 3 extensiones que serán utilizadas en el desarrollo de esta práctica, como se muestra en la figura 4.64.

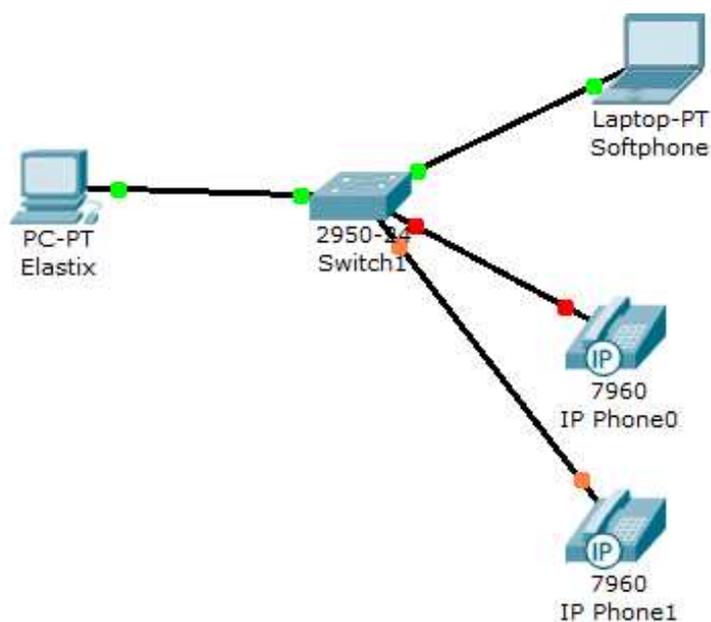


Figura 4. 64 Topología de Elastix para servicios

## DESARROLLO

Para continuar se debe tener configurado cada extensión y realizar pruebas de comunicación entre los teléfonos ip y softphone.

### 4.10.1 Configuración de grabaciones del sistema, IVR.

En el menú Grabaciones del sistema se tiene la opción de escoger entre grabaciones que están creadas en el sistema o si se desea realizar una grabación particular. Para la práctica se realizará una grabación y esta se utilizará como una grabación de operadora con ciertas opciones de marcado.

Para realizar la grabación, en el primer cuadro donde dice Si desea realizar y comprobar grabaciones desde su teléfono, por favor, escriba aquí su extensión: lo que se debe colocar es la extensión desde donde se quiere grabar el mensaje, para la práctica lo haremos desde la 2500, y presionamos IR.

Luego de esto, se despliega unas opciones nuevas donde dice que se marque \*77 desde la extensión que se eligió anteriormente para grabar el mensaje como se indica en la figura 4.65.

Entonces para grabar, se toma la extensión 2500 y se marca \*77 y luego de que se escuche un tono, se comienza a grabar. Para finalizar la grabación se presiona el símbolo de # luego, se reproducirá una serie de opciones.

**Grabaciones del sistema**

**Añadir grabación**

Paso 1: Grabar o enviar

Usando su teléfono, llame al \*77 y diga el mensaje que quiere grabar.

O también puede enviar un archivo grabado en cualquier formato soportado por Asterisk. Tenga en cuenta de que si está usando archivos WAV (por ejemplo, grabados con la grabadora de sonidos de Windows) el archivo debe estar codificado en PCM, 16 bits y a 8000Hz.

Paso 2: Verificar

Tras grabar o enviar, llame al \*99 para escuchar su grabación.

Si quiere volver a grabar su mensaje, llame al \*77

Paso 3: Nombre

Asigne un nombre a esta grabación:

Pulse "Guardar" cuando haya terminado de realizar la grabación desde su teléfono haya seleccionado un archivo a enviar

Añadir grabación
Grabaciones del sistema
custom/ing
ing
ing1

Figura 4. 65 Menú de sistema de grabación

Después en el cuadro donde dice Asigne un nombre a esta grabación: y le ponemos un nombre descriptivo como entrada, bienvenida, etc. Y se da al clic en el botón de Save como en la figura 4.66.

En la opción de Enlace a código de característica al activarla se puede acceder a la grabación directamente marcando el número que nos indica.

En la parte superior de Grabaciones del Sistema, aparece el nombre del archivos que se haya creado, que en este caso fue bienvenida. A partir de aquí esta grabación ya está disponible para ser utilizada como un anuncio, y por lo tanto, puede ser reproducida en un IVR, una cola, etc.

## Grabaciones del sistema

### Editar grabación

 Eliminar grabación (Tenga en cuenta que el archivo no se borrará del servidor, simplemente no se mostrará en el módulo de "Grabaciones del sistema")

---

ambiar nombre	<input type="text" value="bienvenida"/>
Nombre descriptivo	<input type="text" value="No hay una descripción disponible"/>
Enlace a código de característica:	<input checked="" type="checkbox"/> Código de característica opcional *293
Contraseña del código de característica	<input type="text"/>

---

Archivos:

<input type="text" value="custom/ing"/>	
<input type="text"/>	

Figura 4. 66 Menú del archivo grabado

## IVR (Interactive Voice Response System)

IVR en español es un sistema de respuesta de voz interactiva. Aquí se va a utilizar los anuncios que se grabaron en la opción de Grabaciones del Sistema y también se debe conocer algunas extensiones especiales que maneja nuestra central para ciertos eventos.

- a: es utilizada cuando un usuario presiona '\*' durante el saludo inicial del buzón de voz.
- h: cuando alguien cuelga va a esta extensión.
- i: entrada invalida
- o: extensión del operador, es utilizada en los saludos del buzón de voz
- s: ya fue explicada
- t: cuando se agota el tiempo de selección la llamada va a esta extensión.
- T: tiempo absoluto de una llamada.

Esto es importante ya que en el IVR se va a utilizar algunas de estas extensiones, por eso, es importante saber que hacen y cómo funcionan.

Primero es acceder a la opción IVR y se da click en “Add IVR”, luego esta presenta las siguientes opciones, como se indica en la figura 4.67:

**Cambiar nombre:** aquí se agrega un nombre nuestro que sea descriptivo, en este caso se eligió Entrada.

**Anuncio:** aquí se selecciona uno de los anuncios que se haya grabado o subido al sistema mediante Grabaciones del Sistema.

**Tiempo de espera tiempo en segundos que se debe esperar sin actividad antes de que el IVR sea enviado a la extensión t.**

**Habilitar directorio:** con esta opción habilitada, la persona que nos llama puede acceder al directorio de la compañía marcando la tecla #.

**VM Return to IVR:** con esta opción la persona que está llamando si es dirigida a una extensión interna, y ahí le contesta el buzón de voz, entonces es redirigida al IVR nuevamente.

**Contexto del directorio:** se deja tal como está ya que todas las extensiones están en ese contexto.

**Habilitar Marcación directa:** con esta opción se le permite a la persona que llama poder marcar directamente la extensión de una persona interna, si esta desea.

**Loop Before t-dest:** si se va a especificar una extensión t en el IVR, seleccionamos esta opción, para que el anuncio se repita antes de ir a la extensión t.

**Timeout Message:** este es un mensaje que le será reproducido a la persona que llama en caso de exceder el tiempo de espera, que por lo general es de 10 segundos. Las grabaciones internas del sistema tienen mensajes para estos.

Loop Before i-dest: si se va a especificar una extensión i en el IVR, mejor seleccionamos esta opción, para que el anuncio se repita antes de ir a la extensión i.

Mensaje de opción no valida: este es un mensaje que le será reproducido a la persona que llama en caso de presionar una opción que no sea válida, como un 7, por ejemplo, si no está definido en el IVR como una entrada. Las grabaciones internas del sistema tienen mensajes para estos casos que podemos aprovecharlos.

Repeat Loops: este es el número de veces que se debe reproducir el mensaje antes de ir a la extensión t o a la extensión i.

Y en la parte inferior se tiene la opción de hacia dónde se quiere desviar las llamadas que entran por el IVR. Para esta parte se asume que el mensaje ya grabado fuera: “bienvenidos, marque 1 para comunicarse con un softphone marque 2 para comunicarse con un teléfono IP oficina 1 marque 3 para comunicarse con un teléfono IP oficina 1 si desea asistencia marque el 0 y en breve será atendido por nuestra operadora”.

Pues para desarrollarlo será de la siguiente manera: que cuando marque el 1 se comuniquen con la extensión 2500, el 2 con la extensión 2505, el 3 con la extensión 2520, el 0 ira a la extensión 2500. Cuando transcurran más de 10 segundos o entren una extensión invalida, entonces que repita el anuncio dos veces y luego cuelgue la llamada.

Para lograr este propósito, se va a necesitar en la parte de las opciones 6 destinos y así poder cumplir con los objetivos, por lo cual se presiona el botón de Increased Options hasta que se llegue a 6 menús de selección.

Luego de hecho esto y tener 6 opciones como destino, lo que se hace es ir a la primera opción de destino y en un cuadro pequeño que está debajo de la opción de Return to IVR, se coloca el número 1 en el. Luego, en Extensions se ubica la extensión que se quiere acceder cuando alguien marque el 1, en este caso es la 2500.

En la segunda opción de destinos se coloca el número 2, y en Extensions se selecciona la extensión 2505. Y se hace sucesivamente hasta llegar a la opción de destino número 5 y en ese destino se coloca una t en vez de un número y seleccionamos como destino Terminate Call y se escoge hangup.

En la opción de destino número 6 se coloca en el cuadro una i y se selecciona como destino Terminate Call y se escoge hangup. Luego se presiona Save y Apply Configuration Changes Here y listo como se indica en la figura 4.68.

**Editar menú entrada**

---

Cambiar nombre	<input type="text" value="entrada"/>
Anuncio	<input type="text" value="Ninguno"/>
Tiempo de espera	<input type="text" value="10"/>
Habilitar directorio	<input checked="" type="checkbox"/>
VM Return to IVR	<input type="checkbox"/>
Contexto del directorio	<input type="text" value="default"/>
Habilitar marcación directa	<input checked="" type="checkbox"/>
Loop Before t-dest	<input checked="" type="checkbox"/>
Timeout Message	<input type="text" value="Ninguno"/>
Loop Before i-dest	<input checked="" type="checkbox"/>
Mensaje de 'Opción no válida'	<input type="text" value="Ninguno"/>
Repeat Loops:	<input type="text" value="2"/>

---

Figura 4. 67 Menú IVR



Figura 4. 68 Menú de opciones del IVR

Ahora lo último que nos queda es en la opción Follow me en la sección que dice Destination if no answer se selecciona IVR: entrada que es el ejemplo que se está utilizando.

### 4.10.2 Configuración buzón de voz y web mail.

Para crear una extensión SIP 2500 con buzón de voz, se debe agregar este número en el campo User Extensions, luego en el Display name ponemos igual 2500. Después de esto, digitamos en secret la clave para este caso será 2500, en la parte del menú en voicemail & Directory se activa el campo Status, en voicemail password la contraseña para acceder a escuchar los mensajes de voz para este caso será 2500, en Email Address la dirección que mail a la cual va a llegar un mail notificando que hay un mensaje de voz. Seguimos hacia abajo y se habilita la opción de buzón de voz y le se agrega como clave el número de la extensión. En la parte del fondo damos clic en Submit.

Luego de esto, aparece en la parte superior de la pagina un cintillo o banda de color rosado claro que dice: Apply Configuration Changes Here, damos click sobre dicha banda (la cual debe desaparecer después de haber dado click) y listo. Para escuchar los mensajes de voz se marca al número \*98 y se marca la contraseña que fue configura en extensions.

#### **Buzón de Voz**

Esta pestaña sirve para poder revisar correos vía WEB como se indica en la figura 4.69, para acceder a esta configuración se debe hacer clic sobre la opción Voicemail, las funciones son las de la parte sobre la creación de una extensión. Pues, este es el portal por el cual el usuario pasa a controlar sus opciones de buzón de voz. Para que esto funcione a la perfección, se debe crear para cada usuario que va a acceder al portal un usuario con el privilegio mínimo de extensión.



**Configuración**

Guardar Cancelar

Estado:

Email\*:

Pager Email Address:

Contraseña\*:

Confirm Password\*:

Email Attachment:  Si  No

Play CID:  Si  No

Play Envelope:  Si  No

Delete Vmail:  Si  No

Figura 4. 69 Menú de configuración de correo de voz

### 4.10.3 Configuración conferencia entre llamadas.

La conferencia básicamente es donde pueden interactuar un grupo de personas a debatir ciertos temas.

En el menú conferencia tenemos las siguientes opciones:

Número de conferencia: es el número que le vamos a asignar a nuestro salón de conferencia virtual.

Nombre de conferencia: nombre descriptivo para asignarle a nuestra conferencia.

PIN de usuario: clave de usuario para poder ingresar a la conferencia.

**PIN de administrador:** clave para identificar al administrador o moderador al momento de ingresar a la conferencia.

#### Opciones de conferencia

**Mensaje de bienvenida:** mensaje reproducido a los usuarios cuando ingresan a la conferencia.

**Esperar al administrador:** con esta opción se espera hasta que el administrador o moderador ingrese a la conferencia para ser iniciada.

**Modo silencioso:** se usa para no reproducir ningún sonido cuando alguien ingrese o salga de la conferencia.

**Contador de usuarios:** anuncia la cantidad de usuarios según van ingresando a la conferencia.

**Entrada/salida de usuario:** anuncia cuando un usuario entra o sale de la conferencia.

**Música en espera:** habilita música en espera cuando hay un solo usuario en la conferencia o el moderador aun no ha ingresado.

**Permitir Menú:** reproduce el menú cuando en medio de la conferencia el usuario o el moderador presione el símbolo de “\*”.

**Grabador de conferencia:** permite grabar la conferencia.

Se va a crear una sala de conferencias en donde el número será 2000 y de nombre reunión. En dicha conferencia se pedirá una clave a los usuarios que van a participar en ella y una clave para identificar al administrador o moderador de la misma en las opciones Esperar al administrador y Permitir menú en SI, respectivamente como se indica en la figura 4.70.

**Añadir conferencia**

Añadir conferencia

Número de conferencia:

Nombre de la conferencia:

PIN de usuario:

PIN de administración:

Opciones de conferencia

Mensaje de bienvenida: Ninguno ▾

Esperar al administrador: No ▾

Talker Optimization: No ▾

Talker Detection: No ▾

Modo silencioso: No ▾

Contador de usuarios: No ▾

Entrada/Salida de usuario: No ▾

Música en espera: No ▾

Music on Hold Class: inherit ▾

Permitir menú: No ▾

Grabar conferencias: No ▾

Enviar cambios

Figura 4. 70 Menú de conferencia

#### 4.10.4 Configuración de colas y de sígueme (Follow me)

Una cola es como ir a un banco y cuando usted llega ve que hay 5 cajeros para atender a los usuarios. Si usted llega y hay cajeros desocupados usted inmediatamente va hacia donde uno de ellos en procura de ser atendido. Pero si usted llega y los 5 están ocupados, entonces debe alinearse en una fila (cola) y así, sucesivamente, los que van llegando se colocan después de usted. Lo bueno es que se van a ir atendiendo por orden de llegada.

Pues, esta comparación nos da una idea exacta de lo que pasa en la realidad cuando unos agentes, que son las personas que atienden las llamadas, se registran en la cola ya creada y comienzan a recibir llamadas según el orden en que van ingresando.

Entonces, a crear una cola: se da click en colas y despliega un menú lleno de informaciones para ser llenadas y seleccionadas:

Número de la cola: número de la cola, este se asigna igual que una extensión, podemos poner cualquier valor numérico siempre y cuando no se solape con nuestras extensiones del sistema ni con las ya creadas.

Nombre de la cola: sirve para asignarle un nombre a la cola e identificarla. Ejemplo: ventas.

Contraseña de la cola: usted puede requerirle a los agentes que se van a registrar en la cola que introduzcan una clave (Opcional, no obligatorio).

Prefijo del tiempo de espera: además del prefijo, cuando esta opción está habilitada, el agente recibe el tiempo total que la persona tiene en espera en la cola.

Información de alerta: se utiliza para timbres distintivos en dispositivos SIP que lo soporten.

Agentes fijos: aquí se agregan agentes estáticos de forma manual. Veremos esto mas minuciosamente en la parte del modulo de call center.

Captura rápida de extensión: extensión que se coloca para que sea el último recurso después de probar todos los agentes asignados estáticamente.

Bueno, ya se dio a conocer algunas características de colas, por lo tanto, se empezara a crear una cola de prueba.

Crearemos la cola número 1200 con el nombre de Ventas, se le asignara el mismo número de la cola como Queue Password y en CID Name Prefix: se escribe Ventas. Luego, en Agent Announcement, se selecciona tt-weasels y en Skip Busy Agents, se selecciona yes. Luego, en Caller Position Announcements, se pone el Frequency en 30 segundos y el Announce Position y el Announce Hold Time en yes. Después, se presiona en Submit changes y listo, como se indica en la figura 4.71.

### Añadir cola

Añadir cola

---

Número de cola:

Nombre de la cola:

Contraseña de la cola:

Prefijo del nombre del CID:

Prefijo de tiempo de espera:

Información de alerta:

Agentes fijos:

Captura rápida de extensión: (Seleccione una extensión)

Dynamic Members:

Captura rápida de extensión: (Seleccione una extensión)

Restrict Dynamic Agents:  Sí  No

Agent Restrictions:

---

Opciones de la cola

Anuncio de agente:

Anuncio de entrada:

Clase de música en espera:

Hacer sonar en lugar de música en espera:

Figura 4. 71 Menú de colas

Para poder el registrarse en la cola como agentes solamente se debe marcar desde una de las extensiones, en este caso eligió a la extensión 2500. Se marca 1200\*, fíjese que al final del número de la cola marcamos el símbolo de \*.

Luego de esto, se pedirá que se marque el número de agente seguido del símbolo de #, en este caso, es la extensión desde donde estamos marcando (2500#). Después se pedirá una clave, esta clave es la que se colocó cuando se creó la cola (1200). Ahí se debe informar que el registro de agente ha sido exitoso y cuelga la llamada.

Para probar se marca desde otra extensión la cola 1200 e inmediatamente la cola marca a la extensión de agente, que es la 2500.

## Sígueme (Follow me)

Con esta opción podemos agregar una serie de destinos para localizar una extensión en específico.

Por ejemplo: La extensión 2500, pero cuando el usuario no está en su oficina, es porque se ha retirado a otra oficina, el cual es la extensión 2505, pero si él no está ahí, entonces debe estar hablando con otra persona y ella tiene la extensión 2502.

Todo esto lo podemos programar en la opción Sígueme. Cuando entramos a Sígueme, lo primero que se debe tener en cuenta es ver las extensiones que están creadas en el sistema, entonces vamos a la extensión a la cual se quiere agregarle la opción de Sígueme. Una vez dentro, la primera opción Disable sirve para deshabilitar el Sígueme como se indica en la figura 4.72.

Figura 4. 72 Menú de Follow me

#### 4.10.5 Análisis con wireshark en una llamada entre softphone y teléfonos IP en una llamada reunión o conferencia con navegación en internet.

Como escenario se pone a correr el programa wireshark y se realiza una llamada en común es decir que el softphone y los 2 teléfonos IP acceden a una conferencia mientras que el servidor Elastix navega por internet. Tenemos la captura de wireshark, donde se muestra el tráfico RTP, HTTP, SIP como se indica en la figura 4.73.

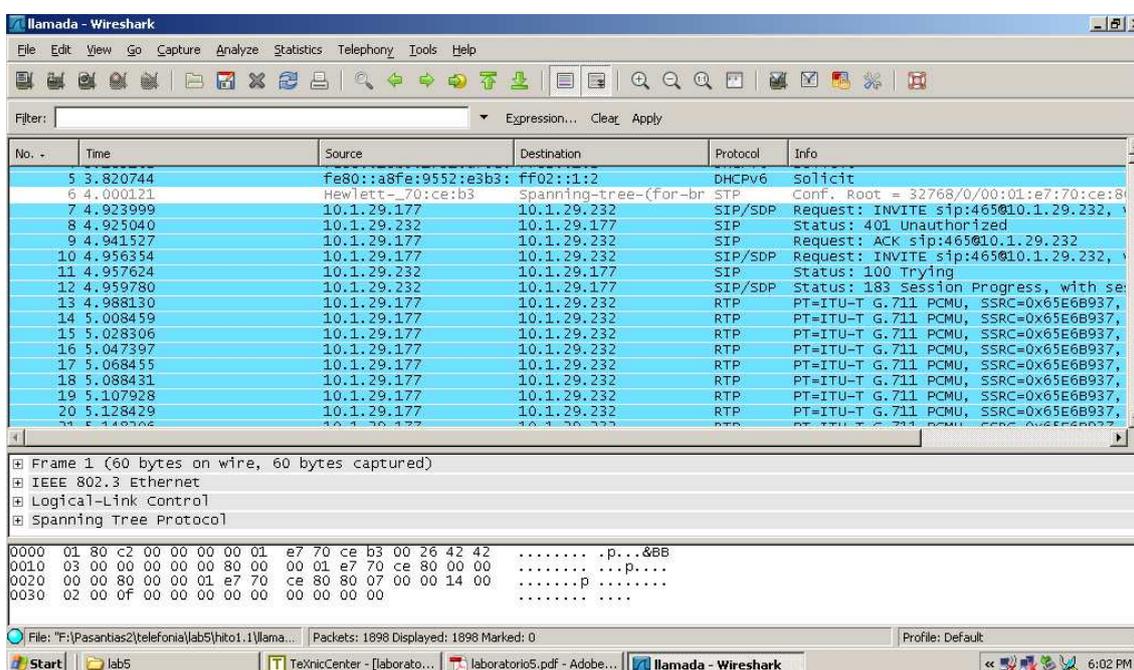


Figura 4. 73 Interfaz wireshark

Para realizar la gráfica de ancho de banda se realiza clic en el Menú Statistics y después en IOGraphs. Como interesa el tráfico que está llegando al host, entonces se escribe el comando `ip.dst==x.x.x.x and rtp` (dirección Ip del host), el comando `ip.dst==x.x.x.x and http`, el comando `ip.dst==x.x.x.x and sip` la gráfica se encuentra en la escala de bits/seg que se la escoge en la parte inferior derecha en la opción Units como se indica en la figura 4.74.

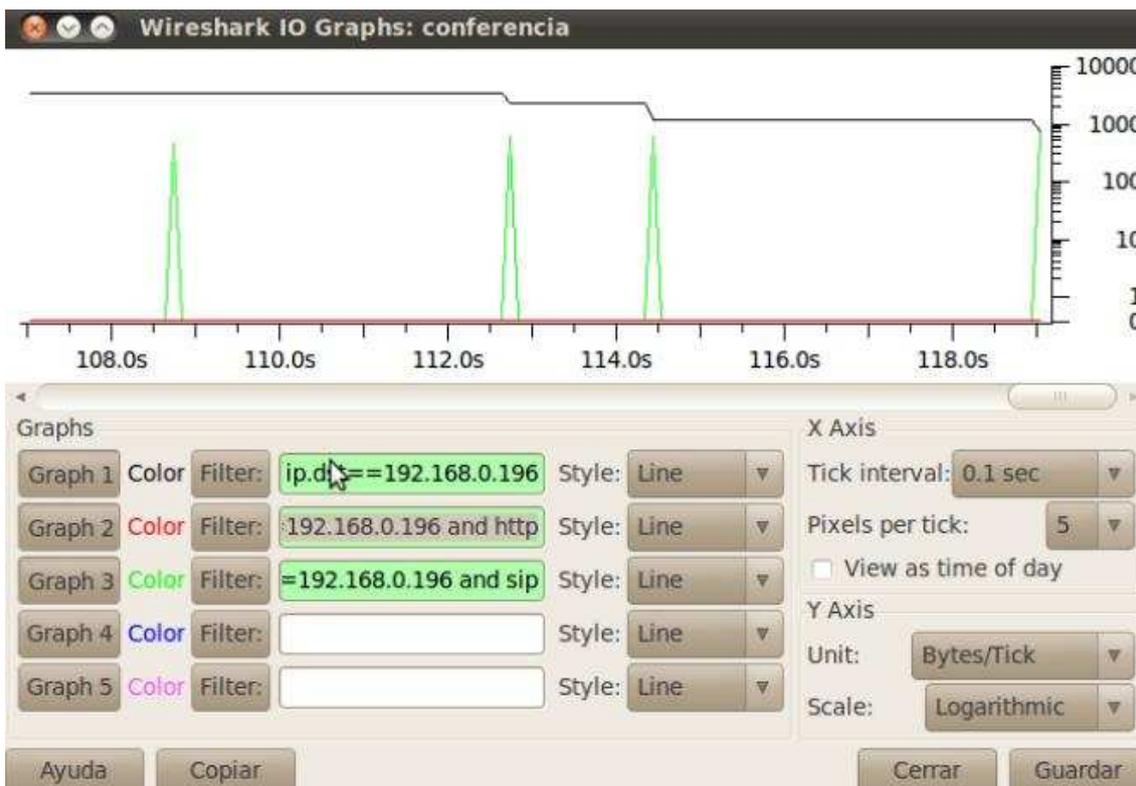


Figura 4. 74 Gráfica del tráfico del Host

El programa wireshark tiene varias herramientas para el análisis de voz sobre IP en la cual se utilizara la opción RTP y la opción VoIP Calls que se encuentran en el menú Telephony. En RTP, se da clic en Show ALL Streams, donde se muestra todos los stream que hay en la captura, tenemos seis stream's por que se realizó tres llamadas para realizar la conferencia como se indica en la figura 4.75.

The figure shows the 'RTP Streams' window in Wireshark. It displays a table of detected RTP streams. The table has the following columns: Src IP addr, Src port, Dest IP addr, Dest port, SSRC, Payload, Packets, Lost, Max Delta (ms), Max jitter (ms), and Mean jitter (ms). The table contains 6 rows of data, representing the streams for the three calls.

Src IP addr	Src port	Dest IP addr	Dest port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max jitter (ms)	Mean jitter (ms)
192.168.0.187	16404	192.168.0.196	18258	xECE63BC	ITU-T G.711 PC	4811	12 (-0.3%)	26.70	20.25	0.4
192.168.0.196	18258	192.168.0.187	16404	xC733AF1	ITU-T G.711 PC	8904	(-100.0%)	98.28	10.13	0.4
192.168.0.103	8000	192.168.0.196	19766	x386D0F4	ITU-T G.711 PC	4303	0 (0.0%)	23.91	10.13	0.4
192.168.0.196	19766	192.168.0.103	8000	x6D45147	ITU-T G.711 PC	3946	0 (0.0%)	51.12	17.48	1.7
192.168.0.185	16392	192.168.0.196	11582	xBAF773B	ITU-T G.711 PC	3503	10 (-0.3%)	22.61	15.63	0.1
192.168.0.196	11582	192.168.0.185	16392	xB3AB7A9	ITU-T G.711 PC	6288	(-100.0%)	28.99	10.12	0.1

Figura 4. 75 RTP Streams

Se selecciona el stream que indica la dirección de destino (Host), se mostrará una nueva pantalla donde hay un análisis más detallado de cada stream. Se realiza clic en GRAPH aparece una ventana en la cual se encuentran las gráficas de Jitter VS Tiempo como se indica en la figura 4.76.

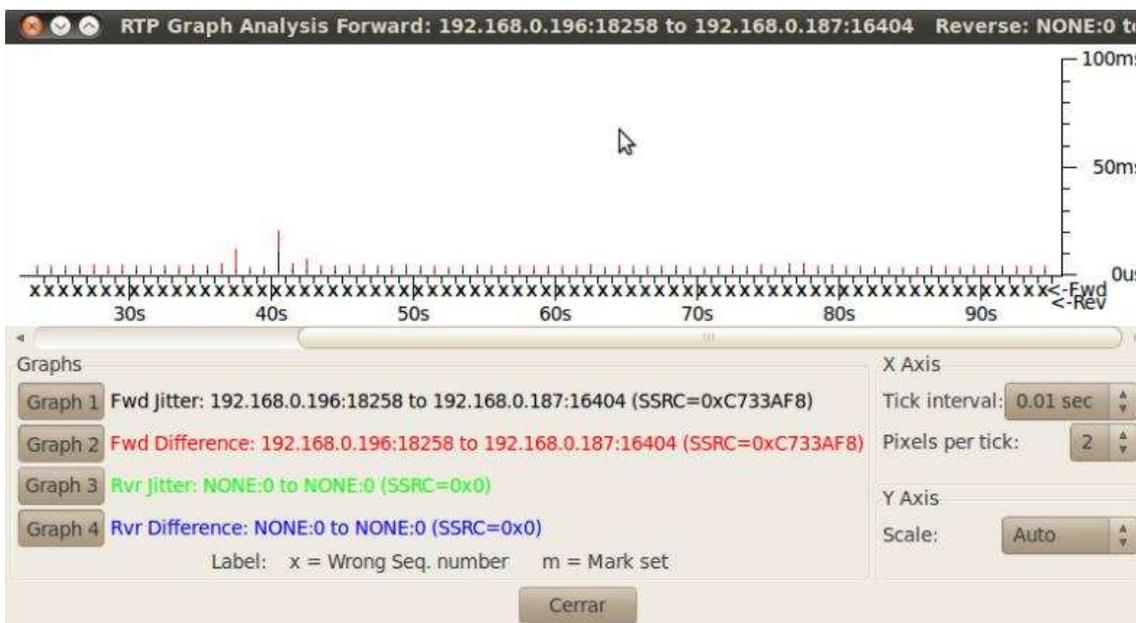


Figura 4. 76 Gráfica Jitter Vs tiempo

En VoIP Calls que está en el menú Telephony donde se muestra la cantidad de llamadas realizadas como se indica en la figura 4.77.

The screenshot shows a window titled "conferencia - VoIP Calls" with the text "Detected 3 VoIP Calls. Selected 0 Calls." Below is a table with the following data:

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
16,647564	112,710345	192.168.0.187	"463" < sip:463@192.168.0. < sip:1000@192.168.0.196		SIP	13	COMPLETED	
33,131514	119,080532	192.168.0.103	"462" < sip:462@192.168.0.1 < sip:1000@192.168.0.196;t		SIP	9	COMPLETED	
44,424196	114,420534	192.168.0.185	"464" < sip:464@192.168.0. < sip:1000@192.168.0.196		SIP	13	COMPLETED	

At the bottom, there is a summary: "Total: Calls: 3 Start packets: 0 Completed calls: 3 Rejected calls: 5" and buttons for "Prepare Filter", "Flow", "Player", "Select All", and "Close".

Figura 4. 77 Gráfica VoIP Calls

En este caso se selecciona todas las llamadas y se presiona el botón Flow, en esta gráfica se puede observar cómo se realizó la llamada como se conectó y el trabajo de protocolo SIP como se indica en la figura 4.78.

El gráfico mostrará la siguiente información:

- Todos los paquetes que pertenecen a la misma llamada se colorean con el mismo color.
- Una flecha mostrando la dirección de cada paquete en la llamada.
- Un label sobre cada flecha muestra el tipo de mensaje. Cuando esté disponible, también muestra el códec del medio.
- El tráfico RTP está resumido en una flecha más ancha con el correspondiente códec.
- Muestra el puerto origen y destino UDP/TCP por paquete.

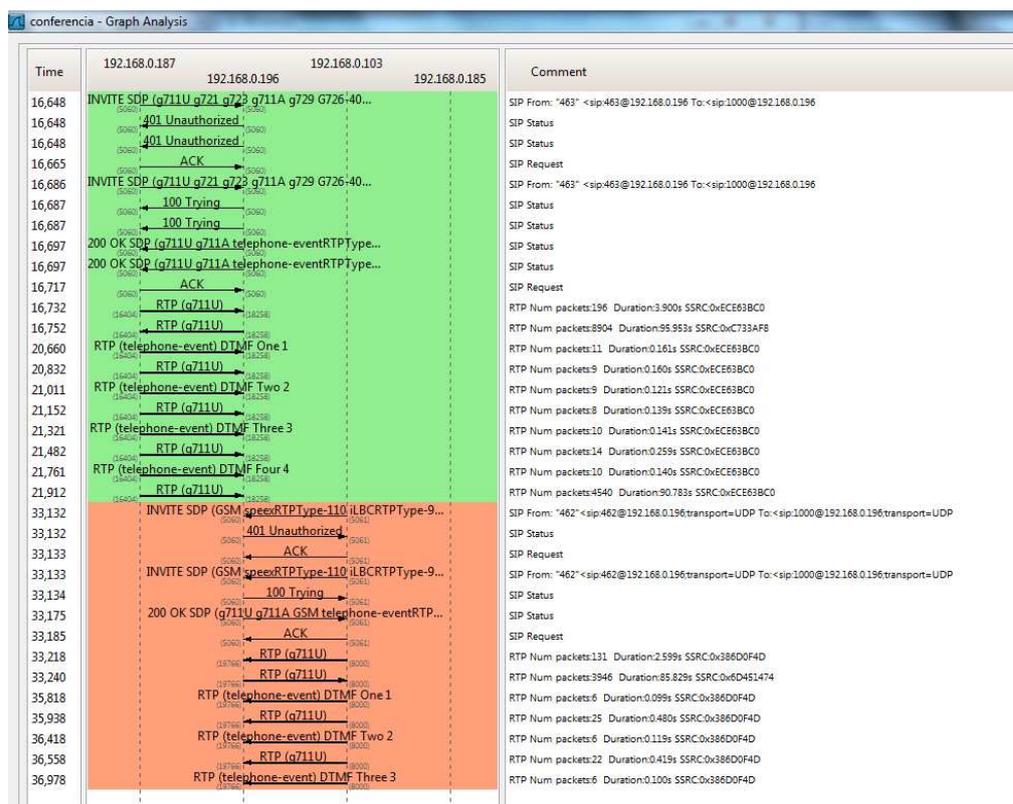


Figura 4. 78 Conexión de llamadas protocolo SIP.

En este caso se selecciona todas las llamadas y presionamos Player, y el valor de Jitter Buffer esto simula un receptor. El valor de Jitter Buffer si es grande es para que no descarte ningún paquete.

Se presiona Decode y se obtiene la gráfica de la señal en función del tiempo. Para reproducir se selecciona el espacio a lado de From y se hace clic en PLAY como se indica en la figura 4.79.

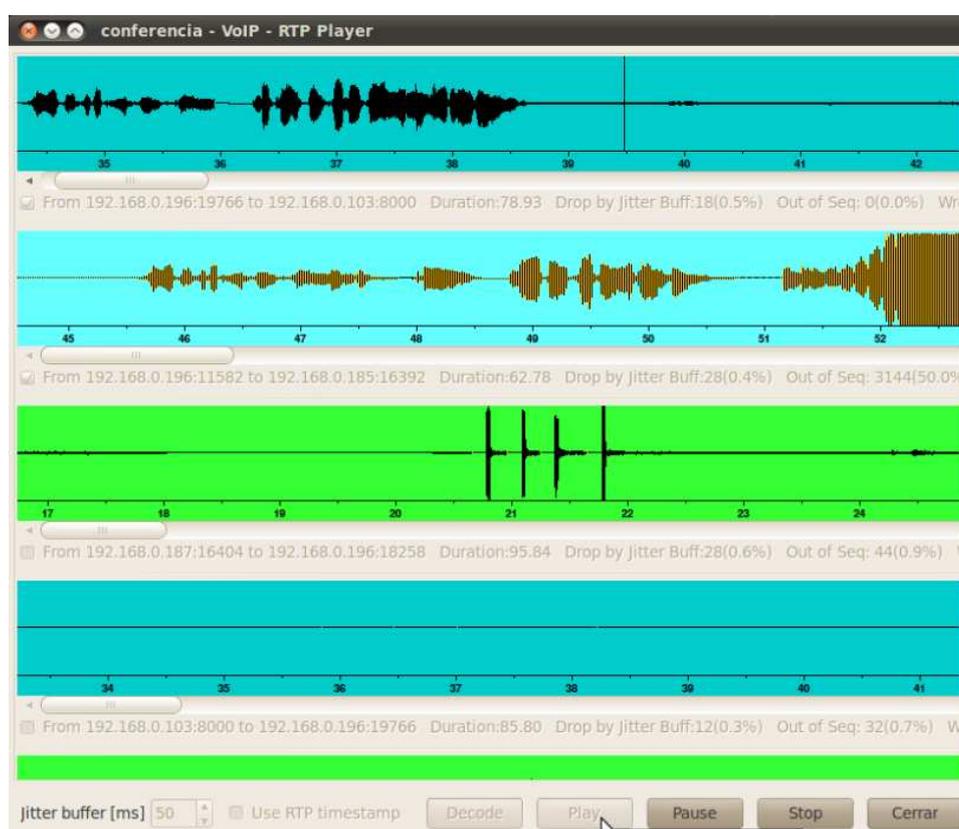


Figura 4. 79 Gráfica reproducción de la llamada con RTP Player

Se debe variar por lo menos 3 veces el valor de Jitter Buffer y escuchar la variación para sacar nuestras conclusiones.

### **Análisis de resultados**

Explicar cada gráfica obtenida, en la pestaña PBX se encuentra el menú Operator Panel explicar su funcionalidad y su diferencia con el menú Flash Operator Panel.

## **CAPITULO V**

### **DETERMINACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE Y HARDWARE**

#### **5.1 INFRAESTRUCTURA NECESARIA HARDWARE**

Es importante destacar que un requisito fundamental para los alumnos es que estén altamente motivados con el tema. Para un mejor entendimiento y aprovechamiento de los contenidos abordados en las actividades del laboratorio, es necesario que los alumnos posean conocimientos básicos en tecnologías de redes TCP/IP y Linux. Por lo cual es altamente recomendable para los candidatos al laboratorio que realicen algún estudio formal o informal sobre redes TCP/IP como de Linux, previo a la realización de los laboratorios.

Para la realización del laboratorio es necesario contar con un conjunto de computadores conectados entre sí formando una pequeña red TCP/IP. El detalle de la implementación de la red propiamente tal no es objetivo del trabajo, por lo que no se dará el nivel deseado en el análisis en tópicos de equipamiento de redes, sino que la parte central del trabajo apunta a los servicios que puede suministrar la IPBX mediante asterisk o elastix.

El equipamiento de hardware necesario es relativamente sencillo, el cual consiste en una serie de computadores conectados en una red cableada y alternativamente inalámbrica, ambas bajo un mismo segmento de red.

El escenario recomendado de pruebas es como se indica en la figura 5.1:

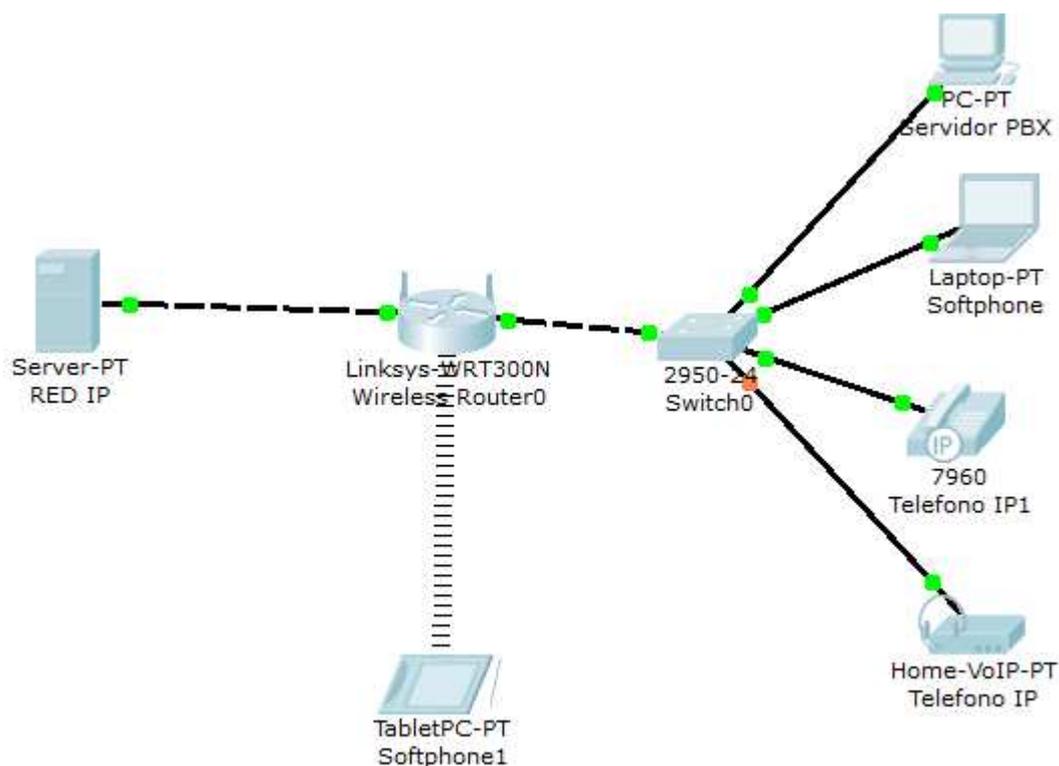


Figura 5. 1 Topología Básica

Al utilizar un router inalámbrico para poder efectuar pruebas en un escenario cableado como un escenario wifi, de manera que se pueda hacer comparaciones en cuanto a la calidad de servicio involucrada así como el ruteo de paquetes.

Tanto para los computadores para el usuario como para el servidor no se exigen grandes requerimientos, pero se recomienda la siguiente configuración mínima:

- Procesador Intel Pentium de 1.2 Ghz, para equipo usuario.
- Procesador Intel Pentium de 1.6 Ghz, para equipo servidor.
- 256 MB memoria RAM para equipos usuario.
- 512 MB memoria RAM para equipo servidor
- 4 GB disco duro.
- 1 Equipo con tarjeta compatible para WiFi 802.11 b/g
- 1 Tarjetas de red 10BaseT por cada equipo.
- Monitor de 14 pulgadas.
- 1 head-set por cada equipo para poder escuchar y hablar al momento de efectuar las llamadas.

## 5.2 INFRAESTRUCTURA NECESARIA SOFTWARE

El equipamiento de software necesario para el desarrollo de las prácticas es el siguiente:

- Sistema Operativo Linux versión Ubuntu 10.04 o Trisquel 2.4  
Sistema que está instalado de manera física o en maquina virtual para el administrador de asterisk.
- Sistema operativo Windows 7  
Sistema operativo para el cliente o usuario en el que va a estar instalado el softphone escogido.
- Asterisk versión 1.6.2.7  
Sistema que será utilizado para crear una PBX con sus servicios.
- Elastix versión 2.0.1  
Software que estará instalado en linux para su administración.
- Softphones se escogieron por su comerciabilidad y su costo ya que es de libre distribución.
  - Softphone Zoiper para sistema Ubuntu versión 2.1.5
  - Softphone X-lite para sistema windows versión 3.0
- Central 3com asterisk versión sx00i dgm-1.0.3.2-3com-r1.4.0.12.4 Asterisk GUI-version Revision: 1453

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- Se logro realizar las guías de laboratorio aplicando servicios de Asterisk como Voicemail, IVR, conferencia, comunicar más de 2 centrales en una misma Lan gracias a que el software Asterisk es un lenguaje muy robusto que puede soportar todas las aplicaciones de una PBX moderna y con un costo muy bajo gracias a que es gratis y de distribución libre.
- Uno de los codec's más usados y utilizados por su funcionamiento y comprensión de datos es el códec G.711 ya que es un estándar para representar señales de audio con frecuencias de la voz humana, además que trabaja con 2 dos algoritmos principales, el ulaw (usado en Norte América y Japón) y el alaw (usado en Europa y el resto del mundo) y este fue diseñado para ser usado en una computadora, por lo q por default Asterisk y Elastix trabaja bajo este estándar, claro que dependiendo de la aplicación que se desee se puede modificar estos parámetros.
- En las guías se utilizo los servicios más usados en una PBX, y entender su funcionamiento y aplicabilidad en pequeñas o medias empresas.

- Para el uso de Asterisk en su forma natural o Elastix (Asterisk interfaz gráfica), no se necesita computadores con mucha capacidad de procesamiento, requerimientos básicos, ya que este software es liviano y muy robusto, de igual manera para el uso de softphones se puede utilizar cualquier computador que tenga un head-set para poder realizar llamadas.
- La metodología que se llevo en las guías fue el plantear sistemáticamente la implementación de los servicios de Voip a un bajo costo, además de permitir a los alumnos conocer y comprender en forma práctica, temas como codificación y señalización de voz sobre redes IP, además de poder determinar los parámetros de calidad de servicio, y que según el avance de las guías se irá subiendo el grado de dificultad para poder llegar a administrar una PBX sin ningún problema.
- La utilización de Elastix fue una demostración práctica hacia el estudiante de que se puede configurar todos los servicios de una PBX de manera práctica fácil ya que Elastix tiene una interfaz muy intuitiva y de fácil manejo, además que su costo es bajo ya que es de distribución libre y se le puede cargar a cualquier computador sea de manera virtual o de una instalación propia del computador.
- Para conocer el manejo de protocolos, y de calidad de servicio se utilizo una herramienta muy sencilla pero de gran ayuda que es Wireshark, que gracias a que tiene ya incorporado herramientas que permite el monitoreo de VoIP, y que con esos resultados se puede monitorear una PBX de forma segura.
- En las simulaciones de cisco packet tracer se puede ver el comportamiento de ancha de banda asignado para las topologías que se desee utilizar y evitarse a futuros inconvenientes en el uso de dispositivos físicos.
- En el uso de la central física que se tiene en el laboratorio, se debe tener cuidado con las memoria flash del dispositivo que es en la que el sistema Asterisk se encuentra cargado y que su configuración es de fácil manera a

su interfaz grafica pero que todos los servicios de Asterisk se puede utilizar y ser aplicados en una pequeña o media empresa o solo por motivos de aprendizaje.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe tener conocimientos básicos de que es una IP y cómo funciona el protocolo DHCP que es el que asigna direcciones IP, ya que se necesita que se encuentren el rango los teléfonos y de usar los softphones, en el caso de estar en distintas LAN el configurar los router para que las redes LAN se vean y se comuniquen entre ellas.
- Es importante destacar el valor del docente del laboratorio, en donde se permite un alto grado de entendimiento de las actividades e interacción de los alumnos y que de esta manera se pueda responder de manera rápida y contundente a las dudas de los alumnos.
- Antes de configurar una central mediante el uso de Asterisk o Elastix se debe realizar un estudio previo de la red y la capacidad de los computadores a utilizar, en especial el que se destinara a ser utilizado como servidor, ya que se utilizara los recursos del computador para poder entregar el servicio.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Codificación de voz, <http://www-scf.usc.edu/~busso/Documents/MasterTesis.pdf>, 2011-03-29.
- [2] Estándar G.711, <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcih939d/doc/bmfcih939d.pdf>, 2011-03-29.
- [3] Codificador de voz, <http://dihana.cps.unizar.es/investigacion/voz/coder.html>, 2011-03-29.
- [4] Telefonía IP, [http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel\\_report-es.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel_report-es.pdf), 2011-03-30.
- [5] PSTN, <http://biblioteca.epn.edu.ec/catalogo/fulltext/CD-3202.pdf>, 2011-03-31
- [6] FXS y FXO, <http://www.3cx.es/voip-sip/fxs-fxo.php>, 2011-03-31.
- [7] Señalización, <http://es.scribd.com/doc/50565406/11/Senalizacion%20entre%20central-es%20telefonicas>, 2011-03-31.
- [8] Conmutación, [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n\\_\(redes\\_de\\_comunicaci%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_(redes_de_comunicaci%C3%B3n)), 2011-03-31.
- [9] PBX, <http://www.pablin.com.ar/electron/info/phreak/pbx.htm>, 2011-03-31.
- [10] Asterisk, [http://www.lugro.org.ar/sites/default/files/telefonía\\_ip\\_y\\_gnulinix.pdf](http://www.lugro.org.ar/sites/default/files/telefonía_ip_y_gnulinix.pdf), 2011-03-31.
- [11] Asterisk, <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3819/2/40377-2.pdf>, 2011-03-30.
- [12] Asterisk codec, <http://es.scribd.com/doc/55901304/5/Arquitectura-de-Asterisk>, 2011-03-30.
- [13] Comandos, <http://informatica.iessanclemente.net/manuais/images/6/63/Guia-Rapida-Asterisk.pdf>, 2011-04-02.
- [14] Elastix, <http://es.wikipedia.org/wiki/Elastix>, 2011-04-02.
- [15] Telefonía IP, <http://www.networktic.com/Paginas/Voz%20IP.html>, 2011-04-02.
- [16] Voz sobre IP, <http://lasinterredes.galeon.com/voip.html>, 2011-04-02.
- [17] Voz sobre IP, <http://galeon.hispavista.com/empvoip/>, 2011-04-02.

- [18] Telefonía IP,  
[http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Maybelline%20Reza%20Robles.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maybelline%20Reza%20Robles.pdf),  
2011-04-02.
- [19] Telefonía IP, <http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip2.shtml>, 2011-04-02
- [20] Telefonía Digital,  
[http://www.eslared.org.ve/tricalcar/16\\_es\\_voip\\_guia\\_v02%5B1%5D.pdf](http://www.eslared.org.ve/tricalcar/16_es_voip_guia_v02%5B1%5D.pdf), 2011-04-02
- [21] Intranets, <http://intranet-red.blogspot.com/2009/07/como-funciona-un-tcpip-e-ipx-en-las.html>, 2011-04-02.
- [22] Señalización voz ip,  
[http://wiki.it46.se/doku.php/voip4d/capitulo\\_3/senalizacion\\_telefonia\\_ip](http://wiki.it46.se/doku.php/voip4d/capitulo_3/senalizacion_telefonia_ip), 2011-04-02
- [23] H.323, <http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip2.shtml>, 2011-04-03
- [24] Protocolo IETF,  
<http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/internetworking/apuntes/SIP/SIP.pdf>, 2011-04-02
- [25] Asterisk, <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Home>, 2011-03-30
- [26] Asterisk,  
[http://www.uninorte.edu.co/divisiones/ingenierias/Dpto\\_Sistemas/lab\\_redes/upload/file/MANUAL%20DE%20INSTALACION%20Y%20CONFIGURACION%20DE%20UN%20SERVIDOR%20ASTERISK.pdf](http://www.uninorte.edu.co/divisiones/ingenierias/Dpto_Sistemas/lab_redes/upload/file/MANUAL%20DE%20INSTALACION%20Y%20CONFIGURACION%20DE%20UN%20SERVIDOR%20ASTERISK.pdf), 2011-03-30
- [27] PBX, <http://telematica.cicese.mx/redes/pbx.htm>, 2011-03-31
- [28] VoIP, [http://www.ahatelcom.com/Preguntas\\_Frecuentes\\_VOIP.html](http://www.ahatelcom.com/Preguntas_Frecuentes_VOIP.html), 2001-04-11
- [29] Configuración de Voip en cisco packet tracer, ,  
[http://www.cisco.com/web/offer/emea/6754/docs/PT\\_activities.pdf](http://www.cisco.com/web/offer/emea/6754/docs/PT_activities.pdf), 2011-07-07
- [30] Muñoz, Alfilio, Elastix A Ritmo De Merengue, año de publicación 2009-2010

## **FECHA DE ENTREGA**

El presente proyecto de grado fue entregado en la fecha.

Sangolquí, \_\_\_\_\_ 2011

Realizado por:

\_\_\_\_\_  
David Humberto Cárdenas Villacrés

\_\_\_\_\_  
Ing. Gonzalo Olmedo, Ph.D.  
COORDINADOR INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES