

DISEÑO DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP (VOIP) PARA LA EMPRESA  
SIES TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

DAIRO CARMONA FRANCESCHI  
JUAN ERASMO BRICEÑO DÍAZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C

2013



Universidad  
Tecnológica  
de Bolívar

CARTAGENA DE INDIAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP (VOIP) PARA LA EMPRESA  
SIES TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN TELECOMUNICACIONES

DAIRO CARMONA FRANCESCHI  
JUAN ERASMO BRICEÑO DÍAZ

DIRECTOR DE TRABAJO INTEGRADOR  
ING. RICARDO JAVIER ARJONA ANGARITA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C

2013

Yo, DAIRO CARMONA FRANCESCHI identificado con cedula de ciudadanía número 1'04.7373.088 de Cartagena - Bolívar, y JUAN ERASMO BRICEÑO DÍAZ identificado con cedula de ciudadanía número 73.203.380 de Cartagena - Bolívar, autorizamos a la Universidad Tecnológica de Bolívar hacer uso de nuestro Trabajo Integrador.

---

DAIRO CARMONA FRANCESCHI

---

JUAN ERASMO BRICEÑO DÍAZ

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad Intelectual de todo Trabajo Integrador aprobado, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco primeramente a dios por darme la sabiduría para realizar este proyecto, a mi padre porque ha sido un modelo a seguir para convertirme una persona exitosa en la vida, a mi madre por el apoyo, comprensión y la paciencia para esperar lo mejor de mí todo el tiempo, a mis hermanos por ayudarme a tomar buenas decisiones en la vida, a mi compañero Dairo Carmona por ser una persona paciente y comprensible, a los profesores y demás compañero que aportaron su granito de arena para como resultado obtener un nivel mas en la escala de mi formación profesional.*

JUAN ERASMO BRICEÑO DÍAZ

*A Dios por permitirme tomar la decisión de emprender este proyecto de la especialización, y por darme los recursos para hacer realidad este sueño en tan prestigiosa Universidad. A mi padres Manuel del C. Carmona Cáceres y mi madre Fanny Esther Franceschi Díaz, por ser los inspiradores de mi proyecto de vida y el apoyo día a día, a mis hermanos por compartir conmigo cada aprendizaje de mi formación académica. A mi novia Nelys P. Montes Arrieta por el acompañamiento y paciencia en el proceso, A mi compañero de lucha Juan Erasmo Briceño Díaz, por que juntos sacamos adelante esta investigación, A los docentes y directivos por el esfuerzo y aporte en la enseñanza brindada.*

DAIRO CARMONA FRANCESCHI

Cartagena de indias D.T. y C, 21 de agosto de 2013.

Señores

**COMITÉ DE REVISIÓN DE MONOGRAFÍAS**

Facultad de Ingenierías

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

Ciudad.

Apreciados señores.

Nos dirigimos a ustedes con el cometido de presentarle el informe final de nuestra monografía titulada “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP (VOIP) PARA LA EMPRESA SIES TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA**”, como requisito para obtener el título de especialista en telecomunicaciones, de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La presente monografía ha sido desarrollada teniendo en cuenta los lineamientos y objetivos establecidos, por lo que los autores consideran es meritorio para ser presentado para su evaluación.

Cordialmente,

---

Dairo Carmona Franceschi  
CC 1047373088

---

Juan Erasmo Briceño Díaz  
CC 73203380

Cartagena de indias D.T. y C, 21 de agosto de 2013.

Señores

**COMITÉ DE REVISIÓN DE MONOGRAFÍAS**

Facultad de Ingenierías

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Ciudad.

Apreciados señores:

Por medio de la presente me permito comunicarles que la monografía titulada **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP (VOIP) PARA LA EMPRESA SIES TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA”**, ha sido desarrollada acorde a los lineamientos y objetivos establecidos, por lo que como director la monografía considero meritorio para ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

---

RICARDO JAVIER ARJONA ANGARITA  
DIRECTOR TRABAJO INTEGRADOR.

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....   | 2  |
| 3. OBJETIVOS .....   | 3  |
| 3.1 GENERAL .....  | 3  |
| 3.2 ESPECÍFICOS .....  | 3  |
| 4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....                                    | 4  |
| 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....                             | 7  |
| 6. DISEÑO DEL SISTEMA VOIP .....                                     | 8  |
| 6.1. HARDWARE Y SOFTWARE QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE VOIP ..... | 12 |
| 6.2. CÓDEC DE AUDIO A UTILIZAR .....                                 | 16 |
| 6.3. ANCHO DE BANDA O TASA DE TRANSMISIÓN .....                      | 17 |
| 6.4. CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA EL SISTEMA VOIP .....           | 18 |
| 6.5. INSTALACIÓN DE DEBIAN 7.0. GNU/LINUX .....                      | 20 |
| 6.6. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR SSH .....                            | 24 |
| 6.7. INSTALACIÓN DE ASTERISK .....                                   | 28 |
| 6.8. CREACIÓN DE LAS EXTENSIONES .....                               | 31 |
| 6.8.1. CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO SIP.CONF .....                      | 33 |
| 6.8.2. CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO EXTENSIONS.CONF .....               | 36 |
| 6.9. CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ ETH0 .....                         | 37 |
| 6.10. CONFIGURACIÓN DEL MODEM CISCO DPC/EPC2425 .....                | 38 |
| 6.11. CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE ZOIPER .....                        | 39 |
| 6.12. POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO .....                         | 42 |
| 7. EXPERIENCIAS APRENDIDAS .....                                     | 53 |
| CONCLUSIÓN .....   | 54 |
| SUGERENCIA Y RECOMENDACIONES .....                                   | 56 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 57 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Esquema de interacción entre los CST de Sies Telecomunicaciones   | 4  |
| Figura 2: Esquema de red de comunicaciones entre la sede y los CST de Sies Telecomunicaciones                             | 5  |
| Figura 3: Distribuciones Linux más reconocidas. (Fuentes: <a href="http://www.20minutos.es">www.20minutos.es</a> )        | 8  |
| Figura 4: Arquitectura de Asterisk (Fuente: <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Curso de Asterisk) | 9  |
| Figura 5: Esquema de conexión a internet de la empresa Sies Telecomunicaciones.   | 10 |
| Figura 6: Estructura del sistema de telefonía VoIP de la empresa Sies Telecomunicaciones.                                 | 11 |
| Figura 7: PC sistema de telefonía VoIP. (Fuente: <a href="http://mercadolibre.com">mercadolibre.com</a> )                 | 12 |
| Figura 8: Modem Cisco DPC/EPC2425. (Fuentes: <a href="http://www.cisco.com">www.cisco.com</a> )                           | 13 |
| Figura 9: Equipo móvil. (Fuentes: <a href="http://www.samsung.com">www.samsung.com</a> )                                  | 14 |
| Figura 10: softphone ZoIPer.  | 15 |
| Figura 11: Consumo de banda de un canal con codecs G729.  | 18 |
| Figura 12: Primer pantallazo de instalación debian GNU/Linux  | 20 |
| Figura 13: Configuración de la red debian GNU/Linux   | 21 |
| Figura 14: Configuración de usuarios y contraseñas debian GNU/Linux   | 22 |
| Figura 15: Selección de sistemas básicos para debian GNU/Linux  | 23 |
| Figura 16: Inicio de sesión como root en debian GNU/Linux   | 23 |
| Figura 17: Servidor SSH en debian GNU/Linux   | 24 |
| Figura 18: Estado del servidor SSH y puerto de comunicación.  | 25 |
| Figura 19: Programa PuTTY   | 25 |
| Figura 20: IP del servidor Asterisk en la interfaz eth 0.   | 26 |
| Figura 21: Configuración del PuTTY en Windows.  | 27 |
| Figura 22: Acceso al servidor Asterisk por PuTTY en Windows.  | 27 |
| Figura 23: Página oficial de Asterisk. (Fuente: <a href="http://www.asterisk.org">www.asterisk.org</a> )                  | 28 |
| Figura 24: Carpeta SRC.   | 29 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 25: Descarga de Asterisk.....  | 29 |
| Figura 26: Modulo de Asterisk .....   | 30 |
| Figura 27: inicialización y estado de Asterisk en el servidor.....  | 31 |
| Figura 28: Protocolo de señalización SIP. (Fuente: <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Curso de Asterisk)..... | 32 |
| Figura 29: inicialización y estado de Asterisk en el servidor.....  | 32 |
| Figura 30: Interfaz web del modem Cisco DPC/EPC2425.....  | 38 |
| Figura 31: Configuración del DMZ Host en el modem Cisco DPC/EPC2425. .  | 39 |
| Figura 32: Interfaz de la aplicación ZoIPer. ....   | 39 |
| Figura 33: Opciones de configuración ZoIPer.....  | 40 |
| Figura 34: Nombre de la nueva cuenta SIP.....   | 40 |
| Figura 35: Configuración de cuentas SIP en ZoIPer.....  | 41 |
| Figura 36: Registro de extensión SIP en ZoIPer.....   | 41 |
| Figura 37: Prueba de conexión enlace VoIP.....  | 41 |
| Figura 38: Resultados Jitter y PACKET LOSS enlace VoIP. (Fuente: testing by Visualware) .....   | 50 |
| Figura 39: Resultados de Upstream. ....   | 50 |
| Figura 40: Resultados intermedios (de servidor a cliente). (Fuente: testing by Visualware) .....                                      | 51 |
| Figura 41: Softphone Linphone.....  | 58 |
| Figura 42: Softphone ZoIPer.....  | 58 |
| Figura 43: Softphone ZoIPer.....  | 59 |
| Figura 44: Softphone X-Lite. ....   | 59 |
| Figura 45: Softphone Blink.....   | 60 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Relación de costos de los diferentes servicios de comunicación utilizados por la empresa Sies Telecomunicaciones. _____ | 06 |
| Tabla 2: Características de los formatos de audio digital. _____   | 17 |

## LISTA DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| Anexo 1: Lista de softphone y sus características | 58 |
|---|----|

## GLOSARIO

**ASTERISK:** Es una aplicación de software libre, que incluye todos los componentes básicos necesarios para crear una PBX, un sistema IVR, un puente de conferencia y prácticamente cualquier otra aplicación de comunicaciones.

**CANAL:** es una conexión que conduce una llamada entrante o saliente en el sistema Asterisk.

**CÓDEC:** La palabra códec se traduce de las palabras codificador y decodificador. Un códec no es ni más ni menos que una serie de funciones algorítmicas necesarias para comprimir un archivo, a este proceso de compresión se le denomina "codificación" y descomprimir o decodificar los datos de audio y vídeo.

**DIALPLAN:** Núcleo del sistema Asterisk, encargado de seguir una llamada desde que entra o sale del sistema hasta que llega a su punto final.

**EXTENSIÓN:** En telefonía tradicional, las extensiones se asocian con teléfonos, interfaces o menús, en Asterisk, una extensión es una lista de comandos a ejecutar.

**IVR:** Traducción al español "Respuesta de Voz Interactiva" Es un sistema capaz de "interactuar" con la persona que realizó la llamada mediante una grabación de voz y reconociendo respuestas simples. En general, la grabación le ofrece al oyente un menú de alternativas posibles, y la persona elige la opción más adecuada mediante el teclado numérico del teléfono.

**PBX:** "Private Branch Exchange" Es el sistemas que conecta llamadas dentro de la misma compañía, comúnmente puede tener de dos a diez mil extensiones y al mismo tiempo las conecta con la red pública conmutada, conocida también como PSTN (public switched telephone network).

**PSTN:** por sus siglas en ingles Public Switched Telephony Network, lo cual se refiere a la red de telefonía pública conmutada.

**QoS:** QoS o Calidad de Servicio (Quality of Service, en inglés) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (throughput). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

**SIP:** (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet. Fue desarrollado inicialmente en el grupo de trabajo IETF MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) y, a partir de septiembre de 1999, pasó al grupo de trabajo IETF SIP

**SOFTPHONE:** en inglés combinación de *software* y de *telephone*) es un software que es utilizado para realizar llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales usando un VoIP (Voz sobre IP) o ToIP (Telefonía sobre IP).

**TCP / IP:** Protocolo de Control de Transmisión (TCP) / Protocolo de Internet(IP) (en inglés *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*), un sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, ya sea una intranet o una extranet.

**UDP:** El protocolo UDP (*Protocolo de datagrama de usuario*) es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP. Este protocolo es muy simple ya que no proporciona detección de errores (no es un protocolo orientado a conexión).

**VOIP:** Es la sigla para "voice over internet protocol" es lo que lleva llamadas telefónicas a través de redes corporativas o la internet

## 1. INTRODUCCIÓN

Las empresas han presentado cambios radicales en cuanto a tecnología se trata, los sistemas de comunicación de las empresas y las mismas personas han sido afectadas por estos cambios.

Mucho de estos cambios surgieron por el inicio y crecimiento del internet y de aplicaciones basadas en este. El internet ha transformado la industria de las comunicaciones permitiendo que los sistemas de información creen productividad, rendimiento, calidad y acercamiento entre las empresas.

A medida que la tecnología avanza sus creaciones e implementaciones incursionan día a día, innovando no solo a las grandes empresas sino también a las personas del común.

El año 1996, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, definió un estándar de tecnología para voz IP, para dar comienzo a una tecnología que permite la integración de voz y de datos por el mismo medio.

Esta tecnología creada para mejorar las comunicaciones, reúne los mejores beneficios a comparación de la comunicación por telefonía tradicional conmutada, debido a la disminución de costo y aplicaciones que permite la telefonía IP.

La implementación de la tecnología voz sobre IP hace posible; mantener un control constante de tráfico en la red, las pérdidas en el rendimiento de procesos sean nulas, implementarse en los dispositivos ya existentes, aumentar la productividad en las empresas, fácil configuración y uso de esta, tener almacenamiento de voz, el uso de un solo cable para datos y voz, reduce costos en implementación y mantenimiento.

Voz sobre IP, proviene del inglés Voice Over Internet Protocol, permitiendo que la voz viaje sobre paquetes IP, a través de internet. La telefonía IP integra dos mundos, la transmisión de voz y de datos, donde la voz (analógica) se convierte en datos (Digital) para enviarse entre dos puntos, con esto se posibilita el uso de las redes de datos para realizar llamadas telefónicas, y por

esto mismo crear una red que se encargue de administrar los sistemas de comunicaciones.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La evolución en el sector de las telecomunicaciones ha sido impresionante en las últimas décadas y ha dado lugar al concepto de redes de próxima generación NGN (por su siglas en inglés Next Generation Networking), una de las promesas de las NGN es poder ofrecer un conjunto de servicios convergentes, todo esto soportado en una plataforma multiservicio, donde se tiene un protocolo común IP<sup>1</sup>.

El uso de redes que utilizan protocolos IP para transportar diferentes tipos de tráfico, como voz, datos y video, hace que enfoquemos nuestra atención a este tipo de tecnología y a los servicios que se ofrecen a través de ellas.

Estas tecnologías cada día son más asequibles a las pequeñas y medianas empresas, debido a la implementación de software libres y que algunos de ellos llegan a reemplazar equipos físicos por software, como es el caso del softphone, el cual es un software que funciona como un teléfono convencional o IP por computadora, para realizar llamadas, video llamadas y muchas más aplicaciones.

Por lo anterior, la telefonía VoIP integra el grupo de redes NGN utilizando el protocolo IP, cambiando la forma de las comunicaciones y de un mundo que cada día está más conectado al internet y sus ventajas tecnológicas.

---

<sup>1</sup> Servicios convergentes en redes de próxima generación, Juan Carlos Montoya, Mendoza, Edwin Montoya Mùnera. Universidad de EAFIT



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Diseño de un sistema de voz sobre IP para la empresa Sies Telecomunicaciones en la ciudad de Cartagena.

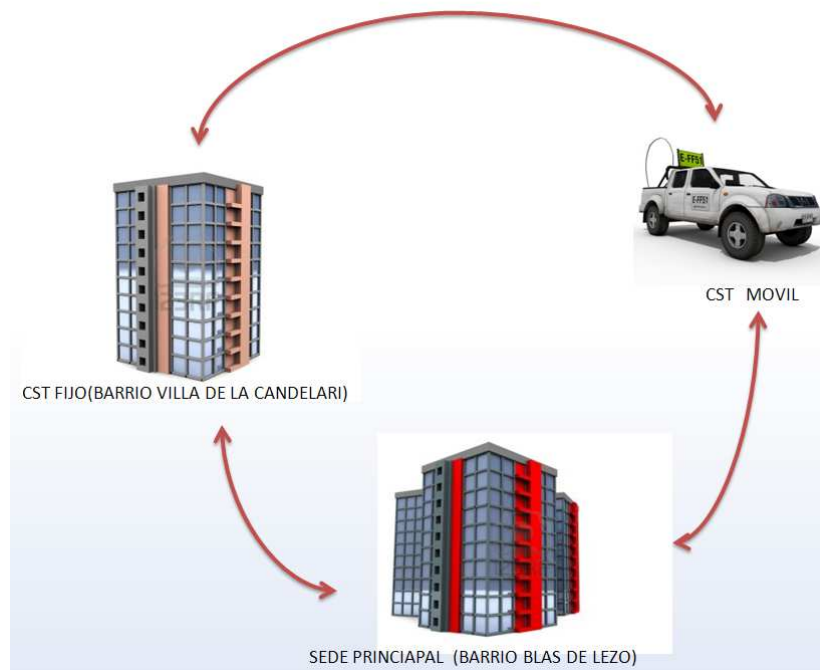
#### 3.2 ESPECÍFICOS

- ✘ Analizar el sistema de comunicación implementado actualmente.
- ✘ Determinar las necesidades que la empresa requiere.
- ✘ Diseñar el sistema de VoIP.
- ✘ Seleccionar los recursos tecnológicos (Hardware y software) que se requiere para el sistema de VoIP
- ✘ Realizar cálculos de ancho para el sistema VoIP
- ✘ Configurar el sistema VOIP.
- ✘ Definir políticas de calidad de servicio para el sistema VOIP

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Sies Telecomunicaciones es una empresa ubicada en la ciudad de Cartagena, cuya actividad principal es el diseño, construcción y montaje de equipo de seguridad electrónica, esta empresa viene trabajando desde el año 2011, pero se constituyó legalmente en agosto de 2012.

La empresa Sies Telecomunicaciones, actualmente cuenta con una sede principal y dos Centro de Soporte Técnico (CST), uno fijo y otro móvil en la ciudad de Cartagena, ver figura 1:



**Figura 1:** Esquema de interacción entre los CST de Sies Telecomunicaciones

La sede principal se encuentra en el barrio Blas de Lezo, esta cuenta con un computador para el soporte de los usuarios del servicios de seguridad electrónica, el CST fijo se encuentra en el barrio Villa Candelaria, en el cual se encuentra la bodega y el servicio de asistencia virtual, y el CST móviles es una cuadrilla de instalación, reparación y mantenimiento, la cual realiza recorridos

en campo por la ciudad, realizando soportes técnicos a los diferentes usuarios de la empresa.

El personal encargado en la sede principal se comunica por telefonía fija y/o celular con los CST, para consultar estados de la bodega, materiales, herramientas y dotación, además del índice de solicitudes de servicios, PQR, y una serie de información que está en continuos cambios.

La comunicación del CST móvil con la sede principal y bodega se realiza por medio de llamadas a celular, así se consulta existencia de equipos, repuestos, estados de clientes, además de realizar pruebas de funcionamiento de los equipos instalados.

En la actualidad en la sede Principal y el CST fijo, cuentan cada una, con un equipo PC con internet, una línea fija conmutada y equipo celular para mantenerse en comunicación, el CST móvil, cuenta con un equipo celular, el cual lo utilizan para comunicación con el personal de la empresa y clientes, ver figura 2:



**Figura 2:** Esquema de red de comunicaciones entre la sede y los CST de Sies Telecomunicaciones

Entre la sede principal y los CST se realizan comunicaciones permanentes vía celular y telefonía fija, en la mayoría de los casos la comunicación se extiende por un tiempo considerable, generando altos costos en los consumo mensuales, lo que ha llevado a que la empresa Sies Telecomunicaciones busque otros mecanismos y procedimientos de comunicación, además de implementar tecnologías para agilizar y optimizar sus procesos en la ejecución del trabajo diario.

En la siguiente tabla 1, se relacionan los costos mensuales en telefonía celular, fija e internet de los tres puntos de trabajo de la empresa Sies Telecomunicaciones

**Tabla 1:** Relación de costos de los diferentes servicios de comunicación utilizados por la empresa Sies Telecomunicaciones.

ESTADO ACTUAL

| DESCRIPCION                         | PROVEEDOR | VALOR UNITARIO | CANT.<br>PLANES | TOTAL                |
|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|----------------------|
| Plan Internet Banda Ancha 6 MB Fija | UNE       | \$ 120.000,00  | 2               | \$ 240.000,00        |
| TELEFONÍA FIJA TRADICIONAL          | MOVISTAR  | \$ 31.000,00   | 2               | \$ 62.000,00         |
| PLAN DE VOZ CELULAR                 | MOVISTAR  | \$ 52.900,00   | 3               | \$ 158.700,00        |
|                                     |           |                | <b>TOTAL</b>    | <b>\$ 460.700,00</b> |

Teniendo en cuenta la tabla 1, son dos planes de internet banda ancha y telefonía fija, correspondientes a la sede principal y el CST fijo, y tres planes de voz de celular, para los tres puntos de trabajo.

## 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

la tecnología de voz sobre IP, es un grupo de recurso que hacen posible que la señal de voz viaje a través de internet empleando el protocolo de internet IP, la voz sobre IP está abaratando las comunicaciones locales, nacionales e internacionales, mejorando la comunicaciones internas, entre proveedores y clientes.

VoIP presenta confiabilidad, calidad de servicio (QoS), integración al sistema mundial de teléfonos, accesibilidad, portabilidad, seguridad y bajos costo en su implementación.

El diseño del sistema de VoIP desarrollado en el presente proyecto corresponde a los siguientes requerimientos realizados por la empresa Sies Telecomunicaciones de la ciudad de Cartagena:

- ✎ Bajar los altos costos mensuales en la comunicación de la empresa.
- ✎ Tener un solo contrato, ya que actualmente se tienen para datos y voz
- ✎ La opción de aumentar las líneas telefónicas a un costo mínimo.

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores por parte de la empresa, se realizó un diseño, en el cual se realizaron pruebas e implementaciones para obtener resultados que validen lo mencionado en la monografía.

## 6. DISEÑO DEL SISTEMA VOIP

Se diseña una plataforma telefónica utilizando el sistema operativo Debian 7.0, teniendo en cuenta que es la base de muchos sistemas operativos como Ubuntu, Kubuntu, Libranet, Knoppix, CentOS, Fedora, Linux Minit, OpenSUSE, además de ser un sistema operativo estable y con muy buena compatibilidad con plataformas telefónicas como Asterisk.



**Figura 3:** Distribuciones Linux más reconocidas. (Fuentes: [www.20minutos.es](http://www.20minutos.es))

Debian es un sistema operativo de libre distribución, el cual trae un conjunto de programas y utilidades para el funcionamiento de la computadoras<sup>2</sup>, el núcleo de los sistemas operativos debían se fundamenta actualmente en Linux.

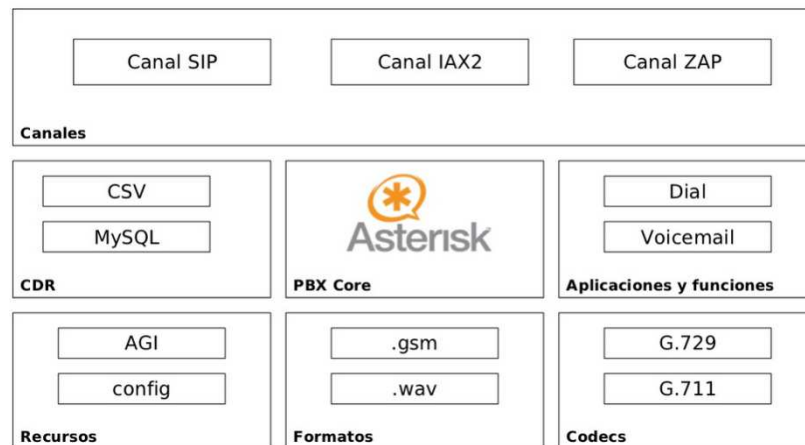
La gestión de las llamadas telefónicas se realizarán bajo Asterisk, este es un software de código abierto para la construcción de aplicaciones de comunicaciones<sup>3</sup>, tales como PBX IP, Gateways VoIP, servidores de conferencias y otras soluciones personalizadas, ideal para medianas y

<sup>2</sup> Tomada de la página oficial de Debian, en la siguiente dirección web: [www.debian.org/index.es](http://www.debian.org/index.es)

<sup>3</sup> Tomada de la página oficial de Asterisk: [www.asterisk.org](http://www.asterisk.org)

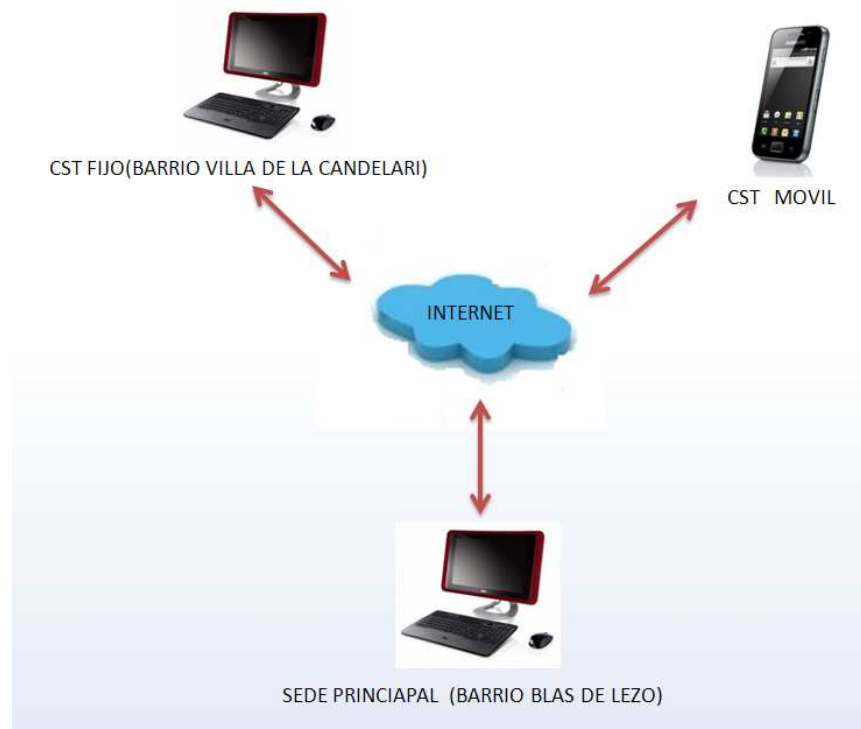
pequeñas empresas , como es el caso de la empresa Sies Telecomunicaciones.

El proyecto Asterisk comenzó en 1999, cuando Mark Spencer libera el código inicialmente bajo licencia de código abierto GPL, por lo tanto se ha ido mejorando por la comunidad global de miles de personas, hoy Asterisk se mantiene por los esfuerzos combinados de Digium y la comunidad Asterisk, Digium es el creador, promotor y desarrollador de Asterisk. En la siguiente figura se puede ver la arquitectura de Asterisk:



**Figura 4:** Arquitectura de Asterisk (Fuente: [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) Curso de Asterisk)

El diseño del funcionamiento del sistema de VoIP para la empresa Sies Telecomunicaciones, se fundamenta inicialmente en tener conexión a internet en los tres puntos de trabajo como se muestra en la siguiente Figura 5:



**Figura 5:** Esquema de conexión a internet de la empresa Sies Telecomunicaciones.

Los puntos de trabajo tendrán conexión a internet por medio de un ISP Proveedor de Servicio de Internet, actualmente la empresa cuenta para los computadores con el servicio prestado por el ISP UNE EPM Telecomunicaciones con un ancho de banda de 6MB.

El servidor Asterisk estará en la sede principal, los PC y el celular tendrá instalados los softphone, los PC se conectan a internet por medio de cable UTP al modem Cisco DPC/EPC2425 del ISP, el celular tendrá un plan de navegación de 2 Gb que le dará la conexión a internet, en la siguiente figura se puede ver la estructura del sistema VoIP figura 6:





**Figura 6:** Estructura del sistema de telefonía VoIP de la empresa Sies Telecomunicaciones.

## 6.1. HARDWARE Y SOFTWARE QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE VOIP

Para el funcionamiento del sistema de VoIP para la empresa Sies Telecomunicaciones, es necesario contar con los siguientes hardware y software:

- ✎ PC para el servidor Asterisk.
- ✎ Modem propio o del proveedor de servicio de internet
- ✎ Equipo móvil celular.
- ✎ Softphone.

A continuación se detallan las características básicas de los dispositivos que intervienen en el proyecto.

### PC DE ESCRITORIO

Se contará con un equipo PC donde funcionará y se administra el sistema VoIP de la empresa Sies Telecomunicaciones, con las siguientes características:



**Figura 7:** PC sistema de telefonía VoIP. (Fuente: mercadolibre.com)

- ✎ Marca: HP
- ✎ Memoria RAM: 4 GB
- ✎ Procesador: Intel Core i3 3200
- ✎ Velocidad del Procesador 3.3GHz
- ✎ Disco duro: 1 Tb
- ✎ Tarjeta de video: AMD HD 2500

El equipo PC se elige con las anteriores características, debido a la velocidad de procesamiento y capacidad de memoria RAM, teniendo en cuenta que la plataforma telefónica, realizara procesamiento de algoritmos complejos y ejecución de comando continuamente, la garantía y el servicio en soporte y mantenimiento de la fabrica HP brinda la tranquilidad tecnológica para mantener 24/7 el equipo en funcionamiento.

#### MODEM CISCO DPC/EPC2425

En la empresa Sies Telecomunicaciones, la cual cuenta con acceso a internet con un ancho de banda de 6Mb, por medio del modem Cisco DPC/EPC2425 el cual es suministrado por el proveedor de servicio de internet:



**Figura 8:** Modem Cisco DPC/EPC2425. (Fuentes: [www.cisco.com](http://www.cisco.com))

Entre las ventajas y funciones del Gateway tenemos:

- ☒ Conectividad a internet de banda ancha y alto rendimiento.
- ☒ Cuatro puertos Ethernet 10/100 Base-T para proporcionar conectividad por cable.
- ☒ Punto de acceso inalámbrico 802.11g.
- ☒ Dos puertos de telefonía RJ11 para la conexión a la red doméstica, teléfonos o fax convencional directamente.
- ☒ Permite la actualización de software.

Se selecciona este equipo, ya que brinda la opción de configurarlo bajo los parámetros del la planta telefónica VoIP, permitiendo así el ahorro de la

adquisición de un equipo adicional, soportado en las ventajas y funcionalidades descrita anteriormente,

#### EQUIPO CELULAR

Para la comunicación móvil se utiliza el Samsung Galaxy Ace S5830 a modo de prueba, cabe anotar que se puede utilizar equipos de cualquier marca o modelo, lo importante es que soporte conexión internet y aplicaciones de softphone, ver figura 9:



**Figura 9:** Equipo móvil. (Fuentes: [www.samsung.com](http://www.samsung.com))

Se utiliza este equipo, que posee las características de un Smartphone Android de alta gama, cuando es un equipo económico de gama media, que brinda la funcionalidad de utilizar los softphone para la comunicación con el servidor.

- Trabaja en la red GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 - HSDPA 900 / 2100 o HSDPA 850 / 1900.
- Memoria interna de 158 MB, expandible a 32Gb por medio de microSD.
- 278 MB de RAM.
- Procesador Qualcomm MSM7227 800 MHz, GPU Adreno 200.
- Sistema operativo Android OS, v2.3 Gingerbread.

## SOFTPHONE

La palabra softphone es la combinación en inglés de software y telephone, el cual es un software que es utilizado para realizar llamadas a otros softphone o a otros teléfonos convencionales usando VoIP (Voz sobre IP) o ToIP (Telefonía sobre IP), en la actualidad existen softphone que requieren pago por su uso y otros libres, entre los más comunes y de libre uso, se tienen: X-Lite, ZoIPer, 3CX, QuteCom, DIAX, entre otros, de los cuales algunos soportan protocolo IAX, SIP o ambos, para el caso del proyecto se utiliza el softphone ZoIPer teniendo en cuenta la siguiente ventajas y utilidad:



**Figura 10:** softphone ZoIPer.











- ☒ Funciona en Android y iPhone.
- ☒ Tiene la utilidad de ZoIPer web, lo convierte en un webphone integrándose a los sitios web o soluciones web como Internet Explorer, Firefox, Safari, Google Chrome, Opera en Windows.
- ☒ interfaz de fácil uso.
- ☒ Trabaja en los protocolos SIP y IAX.
- ☒ Se cuenta con versiones de uso libre<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Información tomada de la pagina del fabricante <http://www.zoiper.com/>

## 6.2. CÓDEC DE AUDIO A UTILIZAR

Un códec (codificador / decodificador) convierte la señal analógica en señal digital en el emisor, y del lado del receptor se encarga de convertir la señal digital en analógica nuevamente, en el mundo de la telefonía VoIP, el códec se utiliza para codificar la voz para la transmisión a través de redes o paquetes IP.

La elección del códec afectara la calidad de la voz debido a los diferentes algoritmos de comprensión usados y la cantidad de ancho de banda necesario, entre los códec de audio utilizado por Asterisk se tienen:

-  ADPCM
-  G.711 (A-Law &  $\mu$ -Law)
-  G.723.1 (sin intervenir en la comunicación)
-  G.726
-  G.729 (bajo licencia)
-  GSM
-  iLBC
-  Linear
-  LPC-10
-  Speex

A continuación se relaciona las características de los códec más utilizados:

**Tabla 2:** Características de los formatos de audio digital.

| FORMATO                | FREC.<br>MUESTREO<br>(KHZ) | CANALES | CAUDAL<br>POR<br>CANAL<br>(KB/S) | USO                   |
|------------------------|----------------------------|---------|----------------------------------|-----------------------|
| PCM (G.711)            | 8                          | 1       | 64                               | Telefonía             |
| CS-ACELP (G.729)       | 8                          | 1       | 8                                | Telefonía<br>Internet |
| MP-MLQ (G.723.1)       | 8                          | 1       | 6,3/5,3<br>variable              | Telefonía<br>Internet |
| RPE-LTP (GSM<br>06.10) | 8                          | 1       | 13,2                             | Telefonía<br>GSM      |

El códec de audio escogido para la implementación de la planta telefónica es el códec G.729, basado en la buena calidad de voz, optimización del canal de comunicaciones que ofrece y sus características de la tabla anterior.

### 6.3. ANCHO DE BANDA O TASA DE TRANSMISIÓN

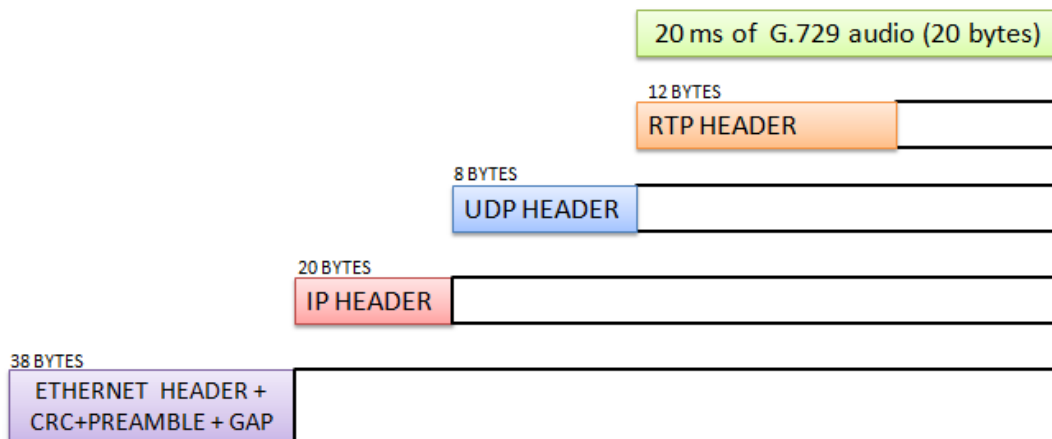
El ancho de banda en conexiones a internet, es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un periodo de tiempo dado, el ancho de banda se indica generalmente en bits por segundo (bps) o prefijos como kilo (K) o mega (m) bits por segundos<sup>5</sup>.

Para el cálculo del ancho de banda para el canal de comunicación del sistema VoIP, hay que tener en cuenta el códec de audio a utilizar, que para este caso se utilizará el códec G.729 como se mencionó anteriormente y la cantidad de llamadas concurrentes.

<sup>5</sup> Tecnología VoIP y telefonía IP (la telefonía por Internet) <http://www.freelibros.com>

## 6.4. CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA EL SISTEMA VOIP

En el cálculo del ancho de banda, se tendrá en cuenta los encabezados que acompañan la trama del códec G.729, como se muestra en la siguiente figura 11:



**Figura 11:** Consumo de banda de un canal con codecs G729.

Además de los 20ms de audio que normalmente viaja en cada paquete, hay que tener en cuenta los “Header o encabezados” de cada protocolo que transportará ese paquete. Es decir:

- Los 12 bytes del protocolo RTP
- Los 8 bytes del protocolo UDP
- Los 20 bytes del protocolo IP
- Los 38 bytes de la red física

Con estos datos se puede calcular el ancho de banda que se necesita para un canal G.729:

Bytes transmitidos cada 20 ms:

$$(Ethernet + crc + preamble + GAP) + IP + UDP + RTP + G.711$$

$$(38 + 20 + 8 + 12 + 20) = 98 \text{ bytes}$$



Bits transmitidos cada 20 ms:

$$98 \times 8 = 784 \text{ Bits}$$

Bits transmitidos cada segundo (que es el valor que interesa):

$$1 \frac{\text{seg}}{20} \text{ms} = 50$$

$$784 \times 50 = 39.200 \text{ bits/seg}$$

Es decir:

$$BW = \frac{39.200}{1000} = 39,2 \text{ Kbps}$$

Por tanto el ancho de banda requerido para una llamada utilizando el codec G.729 es de 39.2Kbps, la empresa Sies Telecomunicaciones inicialmente contará con tres extensiones, por lo tanto se puede dar dos llamadas concurrentes, lo que da el siguiente resultado:

$$BW = (39,2 \times 2) \text{ Kbps}$$

$$BW = 78.4 \text{ Kbps}$$

Lo que da un ancho de banda requerido de 78.4Kbps, si se proyecta un aumento en la cantidad de extensiones a 15, se tendrá un ancho de banda requerido de 588 Kbps, lo cual no se tendría inconveniente, ya que el ancho de banda con el cual cuenta la empresa Sies Telecomunicaciones es de 6Mbps, logrando así satisfacer los requerimientos del tráfico a presentarse en el sistema de VoIP.

## 6.5. INSTALACIÓN DE DEBIAN 7.0. GNU/LINUX

El sistema operativo debían se descarga de la página propietaria <http://www.debian.org/> en la opción "obtener debían", se baja la ISO a un CD para poder utilizarla. En las opciones de arranque del PC, se elige la unidad CD/DVD en primer lugar, para que la BIOS arranque con el CD donde se encuentra la ISO y así proceder con la instalación:

Al iniciar el CD con Debian GNU/Linux aparece el siguiente pantallazo, donde se elige la opción de "Install" para iniciar la instalación, ver figura 12:



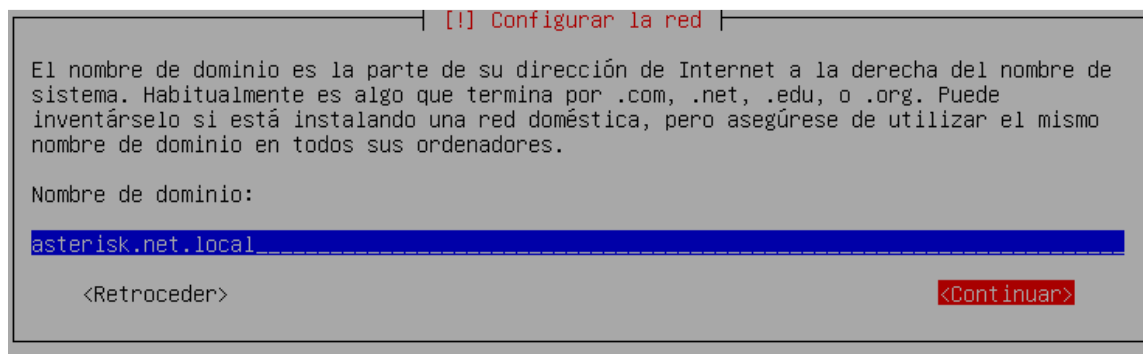
**Figura 12:** Primer pantallazo de instalación debian GNU/Linux

Luego se elige el idioma de la instalación, donde se selecciona la opción "Spanish" y posteriormente se elige Colombia como país donde se encuentra la instalación.

Solicita la configuración del teclado, en el cual se selecciona la opción "Español" e inicia la carga de los componentes esenciales para la instalación.

En el siguiente pantallazo, el sistema detecta el hardware de la red, donde se elige la opción de la interfaz "eth0" y se digita el nombre del servidor, que para este caso se coloca "AsteriskServer" y clic en continuar.

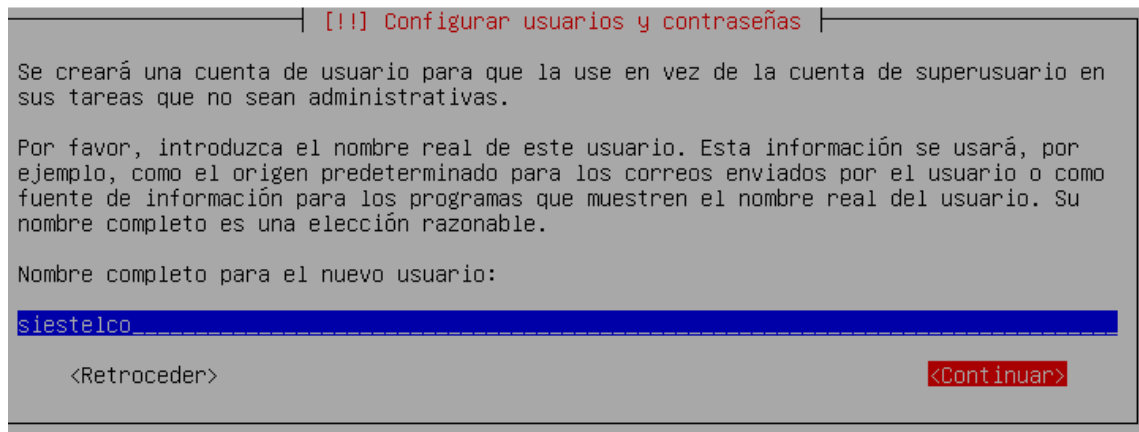
Solicita posteriormente el nombre del dominio, que para efectos del proyecto, se coloca "Asterisk.net.local", luego continuar Figura 13:



**Figura 13:** Configuración de la red debian GNU/Linux

Posteriormente solicita una contraseña de SUPER-USUARIO que básicamente es la contraseña de root, luego clic en continuar, donde se validará digitando la contraseña nuevamente.

Luego se entra en la configuración de usuarios, donde se creará un usuario, para el sistema, adicional al SUPER-USUARIO, posterior a dar clic en continuar, solicita una contraseña para este usuario, Figura 14:

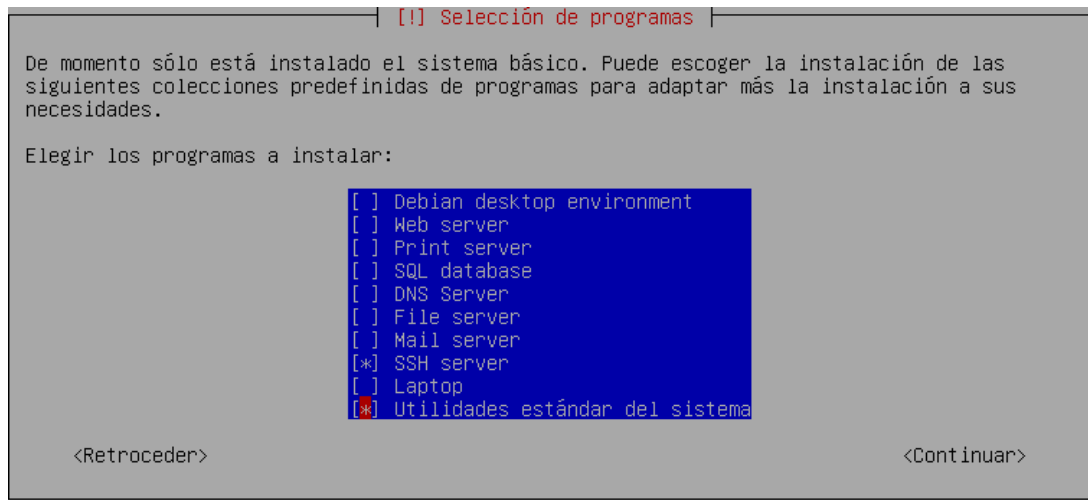


**Figura 14:** Configuración de usuarios y contraseñas debian GNU/Linux

Luego de cargar la configuración realizada al momento, se inicia con la partición de discos duros, se elige las particiones guiadas, utilizando todo el disco, se elige la opción resaltada en rojo y clic en continuar.

Luego solicita elegir el disco a particionar, que en este caso solo se tiene una opción, la cual se elige por defecto e inicia a realizar la partición del disco duro.

El siguiente paso es muy importante, en el cual se selecciona que programas se instalaran en el sistema operativo, se trabajará todo bajo línea de comandos, para lo cual solo se selecciona el servidor SSH y las utilidades estándar del sistema, como se muestra en la siguiente figura 15.



**Figura 15:** Selección de sistemas básicos para debian GNU/Linux

Posteriormente finaliza la instalación y se reinicia el sistema, luego solicita el usuario root y la contraseña que se le asignó en el momento de la instalación como se muestra en la figura 16:

```
Debian GNU/Linux 7 DebianAsterisk tty1
DebianAsterisk login: _
```

**Figura 16:** Inicio de sesión como root en debían GNU/Linux

## 6.6. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR SSH

SSH es un protocolo mediante el cual se puede obtener un shell completamente funcional para trabajar en un sistema GNU/Linux, ya sea de forma local o remota. El protocolo funciona con un cliente y un servidor SSH, que se encargan de proporcionar el servicio descrito, de una forma totalmente segura, ya que todo viaja encriptado.

Una vez conectado de forma remota, será como si se estuviera físicamente en la máquina ya que se tendrá un terminal que ofrece una conexión de forma segura.

Se valida si el servidor ya cuenta con el protocolo SSH con el comando:

```
# netstat -nntpl (↵ Enter)
```

Como se puede ver en la figura 17.

```
root@DebianAsterisk:~# netstat -nntpl
Active Internet connections (only servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State
PID/Program name
tcp        0      0 0.0.0.0:111             0.0.0.0:*               LISTEN
1592/rpcbind
tcp        0      0 0.0.0.0:2000            0.0.0.0:*               LISTEN
2134/asterisk
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN
2556/sshd
tcp        0      0 127.0.0.1:25            0.0.0.0:*               LISTEN
2465/exim4
tcp        0      0 0.0.0.0:58237           0.0.0.0:*               LISTEN
1623/rpc.statd
tcp6       0      0 :::111                  :::*                    LISTEN
1592/rpcbind
tcp6       0      0 :::22                   :::*                    LISTEN
2556/sshd
tcp6       0      0 :::1:25                 :::*                    LISTEN
2465/exim4
tcp6       0      0 :::41669                :::*                    LISTEN
1623/rpc.statd
```

Figura 17: Servidor SSH en debian GNU/Linux

Luego se verifica que el servidor SSH esté corriendo y por que puerto, con el comando:

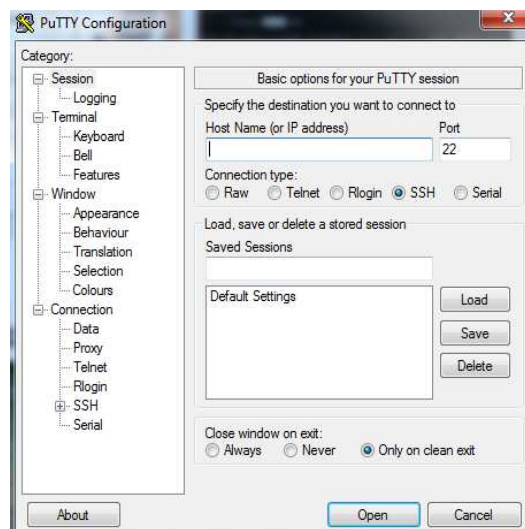
```
# netstat -ntpl | grep ssh ( ↵ Enter)
```

El servidor SSH está corriendo por el puerto 22 como se muestra en la figura 18.

```
root@DebianAsterisk:~# netstat -ntpl | grep ssh
tcp        0      0 0.0.0.0:22          0.0.0.0:*        LISTEN
2556/sshd
tcp6       0      0 :::22             :::*             LISTEN
2556/sshd
```

**Figura 18:** Estado del servidor SSH y puerto de comunicación.

Contando que el servidor SSH está activo y corriendo, se procederá a entrar de forma remota, para ello se recomienda utilizar para los sistemas operativos Windows una aplicación llamada PuTTY:



**Figura 19:** Programa PuTTY

PuTTY es un cliente SSH, con licencia libre. Disponible originalmente sólo para Windows, ahora también está disponible en varias plataformas Unix, y se está desarrollando la versión para Mac OS clásico y Mac OS X.

Es un programa para poder conectarse por SSH (Linux) desde un sistema Windows, que no dispone el protocolo SSH.

Para acceder al servidor utilizando PuTTY en Windows, solo se coloca la IP y el puerto por SSH del servidor, que para este caso la IP del servidor es 192.168.1.10, y el puerto esta por defecto (22), la IP del servidor se puede validar ejecutando el siguiente comando:

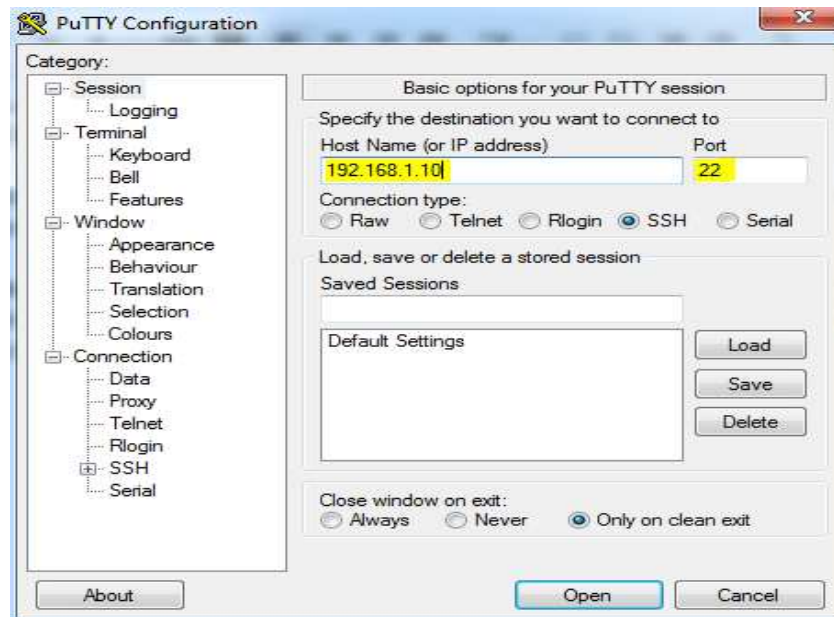
**# ifconfig** ( ↵ Enter).

```
root@DebianAsterisk:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:6a:ca:70
          inet addr:192.168.1.10  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::a00:27ff:fe6a:ca70/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:1493 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:825 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:187174 (182.7 KiB)  TX bytes:112680 (110.0 KiB)
```

**Figura 20:** IP del servidor Asterisk en la interfaz eth 0.

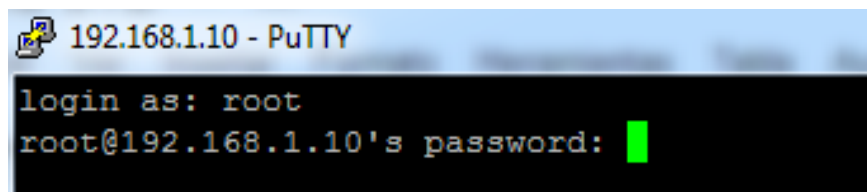
Teniendo los anteriores datos, los se ingresa al PuTTY y se da clic en “open”, como se observa en la siguiente figura 21:





**Figura 21:** Configuración del PuTTY en Windows.

Luego aparece el siguiente pantallazo donde se diligencia los datos que se solicita, como usuario y contraseña y se presiona enter:



**Figura 22:** Acceso al servidor Asterisk por PuTTY en Windows.

Estando dentro del servidor Asterisk por medio del PuTTY, se procede a la instalación Asterisk.

## 6.7. INSTALACIÓN DE ASTERISK

Para realizar la instalación de Asterisk, el primer paso es entrar a la página oficial en la dirección: <http://www.asterisk.org/>, se da clic en “Descargas”.



**Figura 23:** Página oficial de Asterisk. (Fuente: [www.asterisk.org](http://www.asterisk.org))

En la ventana de descarga se muestra un listado en la opción “descargar del servidor”, en la cual muestra un listado de las versiones de Asterisk, en este caso se eligió la versión “Asterisk-1.8.22.0” por ser una versión estable y con buenos rendimientos en su uso, se da clic derecho y se elige “copiar la dirección de enlace”, se regresa al servidor y se entra a la carpeta “**SRC**” el cual es la carpeta donde se instalarán los paquetes de Asterisk, con el siguiente comando:

```
# cd /usr/src/ ( ↵ Enter)
```

Luego dentro de la carpeta “**SRC**” se digita “**LS**” para ver lo que hay en la carpeta:

```
root@DebianAsterik:~# cd /usr/src/  
root@DebianAsterik:/usr/src# ls  
linux-headers-3.2.0-4-686-pae  linux-kbuild-3.2  
linux-headers-3.2.0-4-common  virtualbox-guest-4.1.18
```

**Figura 24:** Carpeta SRC.

Dentro de la carpeta se coloca el comando “**wget**” y se pega el enlace que se copio en la página de Asterisk, ver figura 25:

```
root@DebianAsterisk:/usr/src# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/asterisk-1.8.22.0-patch.gz
```

**Figura 25:** Descarga de Asterisk

Luego de la descarga, se descomprime el paquete Asterisk, con el siguiente comando:

```
src # tar -xzvf asterisk-1.8.22.0.tar.gz
```

Posteriormente se entra a la carpeta de Asterisk, con el siguiente comando:

```
src # cd asterisk-1.8.22.0/
```

Se ejecuta el comando: **/configure** con este comando se validarán las librerías y dependencias del servidor para que Asterisk pueda ser compilado.

Luego se ejecuta **make menuselect**, aparecer un mensaje como la figura 26:

```
*****
Asterisk Module and Build Option Selection
*****

Press 'h' for help.

Add-ons (See README-addons.txt)
Applications
Bridging Modules
Call Detail Recording
Channel Event Logging
Channel Drivers
Codec Translators
Format Interpreters
---> Dialplan Functions
PBX Modules
Resource Modules
Test Modules
Compiler Flags
Voicemail Build Options
Utilities
AGI Samples
Module Embedding
Core Sound Packages
Music On Hold File Packages
Extras Sound Packages
```

**Figura 26:** Modulo de Asterisk

Aquí se selecciona los módulos que se cargaran en Asterisk, por ahora únicamente se va a ir a Core Sound Packages y Extra Sound Packages, allí habilitamos la opción CORE-SOUNDS-ES y EXTRA-SOUNDS-EN respectivamente, seleccionar con la barra espaciadora, y se sale con la tecla ESC, y se presiona la tecla S, para salir y guardar.

Se ejecuta los siguientes comandos para compilar Asterisk

- Se compila con **make**
- Se instala programas y módulos con **make install**
- Se instala los archivos de ejemplo de Asterisk con **make samples**
- Se Instala los scripts para que asterisk inicie con el servidor tras los reinicios con **make config**.

Luego se inicia el servicio Asterisk con el comando: **/etc/init.d/asterisk start**, para verificar el estado del servicio, se ejecuta: **/etc/init.d/asterisk status**, como la siguiente figura 27:

```
root@DebianAsterisk:/# /etc/init.d/asterisk start
Asterisk is already running. /etc/init.d/asterisk will exit now.
root@DebianAsterisk:/# /etc/init.d/asterisk status
[ ok ] asterisk is running.
```

**Figura 27:** inicialización y estado de Asterisk en el servidor.

## 6.8. CREACIÓN DE LAS EXTENSIONES

Se crearan extensiones utilizando el protocolo SIP (Session Initiation Protocol), el cual es un protocolo de señalización de capa de aplicación para la iniciación, modificación y terminación de sesiones de comunicaciones multimedia entre usuarios.

Se crean extensiones SIP debido que el sector de VOIP tiende globalmente hacia este protocolo, teniendo en cuenta:

- ✎ Capacidad de localización del usuario.
- ✎ Disponibilidad del usuario: determinación de la voluntad de receptor de la llamada de participar en las comunicaciones.
- ✎ Capacidad del usuario: determinación del medio y de sus parámetros.
- ✎ Gestión de la sesión: transferencia, terminación de sesiones, modificación de los parámetros de la sesión desde el propio usuario.

En el protocolo SIP, el usuario es el dueño de su sesión, ver figura 28:



**Figura 28:** Protocolo de señalización SIP. (Fuente: [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) Curso de Asterisk)

Para la creación y administración de las extensiones se utiliza los siguientes archivos en Asterisk:

- sip.conf
- extensions.conf

Los cuales están en la carpeta: **/etc/asterisk# ls:**

```

adsi.conf          console.conf      modules.conf
agents.conf       dbsep.conf       musiconhold.conf
ais.conf          dnsmgr.conf      muted.conf
alarmreceiver.conf dsp.conf         osp.conf
alsa.conf        dundi.conf       oss.conf
amd.conf         enum.conf        phone.conf
app_mysql.conf   extconfig.conf  phoneprov.conf
asterisk.adsi    extensions.ael   queuerules.conf
asterisk.conf    extensions.conf  queues.conf
calendar.conf    extensions.conf  res_config_mysql.conf
ccss.conf        extensions.conf.orei res_config_sqlite.conf
cdr_adaptive_odbc.conf extensions.conf.ori res_curl.conf
cdr.conf         extensions.lua   res_fax.conf
cdr_custom.conf  extensions_minivm.conf res_ldap.conf
cdr_manager.conf features.conf     res_odbc.conf
cdr_mysql.conf   festival.conf   res_pgsql.conf
cdr_odbc.conf    followme.conf   res_pktccops.conf
cdr_pgsql.conf   func_odbc.conf  res_snmp.conf
cdr_sqlite3_custom.conf gtalk.conf      res_stun_monitor.conf
cdr_syslog.conf  h323.conf       rtp.conf
cdr_tds.conf     http.conf       say.conf
cel.conf         iax2.conf       sip.conf
cel_custom.conf  iax.conf        sip.conf.ori
cel_odbc.conf    iax.conf.ori   sip_nat.conf
cel_pgsql.conf   iaxprov.conf   sip_notify.conf
cel_sqlite3_custom.conf indications.conf skinny.conf
cel_tds.conf     jabber.conf     sla.conf
chan_dahdi.conf  jingle.conf     smdi.conf
chan_mobile.conf logger.conf      telcordia-1.adsi
chan_ooh323.conf manager.conf     udptl.conf
cli_aliases.conf meetme.conf     unistim.conf
cli.conf         mgcp.conf       users.conf
cli_permissions.conf minivm.conf     voicemail.conf
codecs.conf      misdncnf        vpb.conf

```

**Figura 29:** inicialización y estado de Asterisk en el servidor.

### 6.8.1. CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO SIP.CONF

El **sip.conf** es el archivo de configuración de canal correspondiente al protocolo SIP (Session Initiation Protocol) el cual es el protocolo de señalización más popular en la actualidad, El canal SIP de Asterisk permite su interconexión VoIP con diversos dispositivos que utilicen SIP como su protocolo de señalización y da el poder a Asterisk de funcionar como:

- a) Cliente SIP: Asterisk puede registrarse en un servidor SIP y utilizar sus servicios para realizar y recibir llamadas. En este caso Asterisk se comporta como una extensión de ese servidor.
- b) Servidor SIP: los dispositivos SIP tales como softphone y teléfonos IP pueden registrarse en Asterisk y cursar llamadas a través de él.

El archivo **sip.conf**, está estructurado en tres bloques. La parte general donde hay que definir la configuración general de las extensiones, el bloque central donde se configurara el registro a él proveedores VoIP (y, si se quiere, los datos para conectar entre ellos distintos servidores Asterisk), y la parte final del archivo donde se configura todas las extensiones internas y externas.

Estando en la carpeta de Asterisk, se abre el archivo con el comando: **vim sip.conf**, (se puede abrir con **vim** o **nano** u otro editor) teniendo en cuenta los requerimientos de la empresa Sies Telecomunicaciones, se crearán tres extensiones, de la 2001 a la extensión 2003, los parámetros de configuración en el archivo son los siguiente:

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>[general]</b>                   | Etiqueta que introduce la parte general de la configuración   |
| allowguest=no                      | No permitir llamadas de extensiones SIP remotas sin contraseña  |
| bindport=5060                      | El puerto utilizado para conectar las extensiones SIP al servidor Asterisk (protocolo UDP)                                    |
| udpbindaddr=0.0.0.0                | La dirección IP para conectarse al servidor Asterisk (en este caso cualquier dirección de la computadora donde está Asterisk) |
| context=default                    | El contexto de base que todas las extensiones utilizaran si no viene especificado diversamente                                |
| externip=181.133.64.149            | IP para la conexión externa al servidor   |
| localnet=192.168.1.0/255.255.255.0 | IP para la red local del servidor.  |

Se procede a la configuración de las extensiones:

|             |  |
|-------------|--|
| [2001]      | Número de la extensión   |
| language=es | Si se ha instalado locuciones en más de un idioma, aquí podemos definir cual idioma usará la extensión |



|               |  |
|---------------|--|
| type=friend   | Tipo de extensión. Puede ser friend, user o peer. Friend puede hacer y recibir llamadas, user solo recibir y peer solo puede hacer |
| secret=****   | La clave de la extensión   |
| qualify=yes   | Para saber el tiempo de respuesta de una extensión y si está alcanzable o no   |
| host=dynamic  | Si la extensión se conecta remotamente cambiando continuamente su dirección IP se pone este parámetro                              |
| context=users | El contexto que usará la extensión   |

De igual forma se configura la extensión 2002 y 2003, Cada vez que se cambie la configuración de sip.conf se debe recargar, se abre la consola de asterisk con el comando **asterisk -rvvv** y se escribe **CLI> sip reload**.

Hasta este momento se tiene las tres extensiones creadas, ahora se creará el plan de marcación para el control de flujo y totalidad de las operaciones de Asterisk, para lo cual se configura el archivo extensions.conf.

## 6.8.2. CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO EXTENSIONS.CONF

El archivo de configuración "extensions.conf" contiene el "plan de marcación" de Asterisk, el plan maestro de control o flujo de ejecución de la totalidad de sus operaciones. Controla cómo se gestionan y dirigen las llamadas entrantes y salientes. Aquí es donde se configura el comportamiento de todas las conexiones a través de Asterisk, es el corazón del servidor,

|                     |  |
|---------------------|--|
| [general]           | Etiqueta que introduce la parte general de la configuración  |
| static=yes          | Si static es yes y <b>writeprotect</b> es no, para guardar los cambios hechos desde la consola de Asterisk tendremos que escribir el comando dialplan reload.  |
| writeprotect=no     | En caso contrario se actualizará automáticamente pero perderemos todos los comentarios presentes en el archivo   |
| autofallthrough=yes | Si es yes cuando alguna llamada, por algún motivo se sale del plan se terminará  |
| priorityjumping=no  | Algunas aplicaciones y/o funciones tienen la capacidad, bajo algunas circunstancias de "saltar" desde la prioridad donde se encuentran a una prioridad que normalmente es n=+101 donde n es el número de la línea que se está ejecutando. Si está en yes hará ese salto sino no. |
| clearglobalvars=no  | Si está activado se liberan las variables globales cuando se recargan las extensiones o se reinicia Asterisk.  |

|   |   |
|---|---|
| [globals]<br>[users]  | Marca el inicio de los contextos<br>[users]   |
| exten => 2001,1,Dial(SIP/2001,20)<br>exten => 2002,1,Dial(SIP/2002,20)<br>exten => 2003,1,Dial(SIP/2003,20) | exten => extensión , prioridad,<br>Comando (parámetros)<br><br><b>exten =&gt;</b><br><b>200X</b> : Numero de extensión<br><b>1</b> : Primero se ejecuta la de prioridad<br>1, luego la 2 y sucesivamente<br><b>Dial</b> : es la aplicación que se utiliza<br>para llamar.<br><b>SIP</b> : Protocolo de comunicación<br><b>20</b> : Tiempo en segundo del timbrado<br>de la llamada. |

## 6.9. CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ ETH0

Se configurara una IP estática al servidor Asterisk, para no tener inconveniente en tener un IP dinámica, para esto en la ventana de comando, digitamos lo siguiente:

**vim /etc/network/interfaces** ; ingresamos a la interfaz red principal Eth0

```

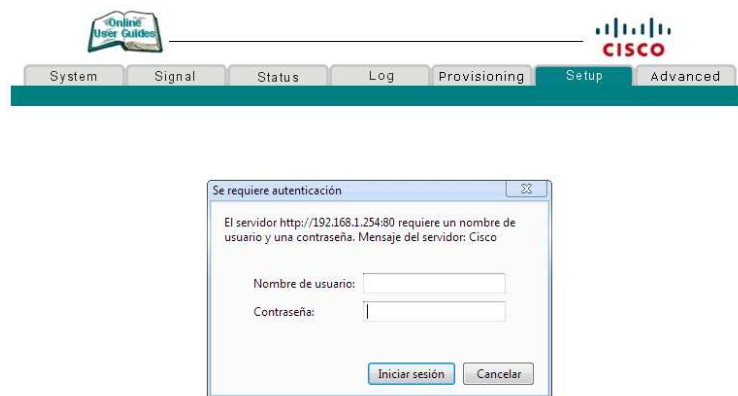
iface eth0 inet static
address 192.168.1.10 ; IP estatica de la Interfax eth0
netmask 255.255.255.0 ; Mascara de sub-red
network 192.168.1.0 ;IP de red
gateway 192.168.1.254 ; IP de gateway

```

## 6.10. CONFIGURACIÓN DEL MODEM CISCO DPC/EPC2425

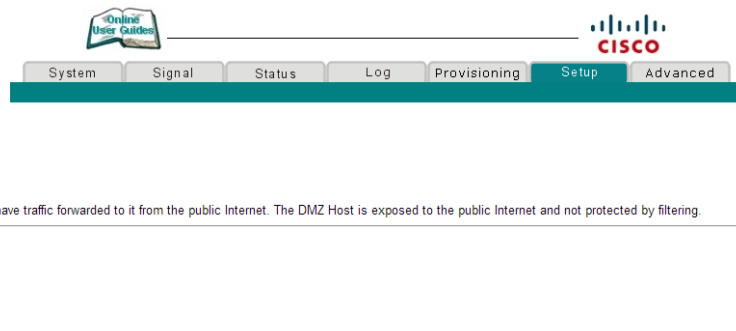
Para configurar el modem Cisco DPC/EPC2425 con la opción de DMZ address, la cual consiste, en que las conexiones desde la red interna y la externa estén permitidas, esto concede al servidor Asterisk, que pueda brindar el registro a los softphone en la red externa.

Para acceder al modem, digitamos la IP de este, que para este caso es 192.168.1.254 en el explorador de internet, y aparecerá la siguiente ventana, la cual corresponde a la interfaz web del modem figura 30:



**Figura 30:** Interfaz web del modem Cisco DPC/EPC2425.

Se ingresa el nombre de usuario y contraseña dadas por el proveedor de servicio de internet, y se accede a la interfaz de configuración del modem, en la cual se ingresa a la opción **DMZ Host** que está en la pestaña **Advanced Settings**, donde solicita la IP estática, de la cual se brindara el servicio de telefonía VoIP, se ingresa la IP del servidor 192.168.1.10, se elige aplicar cambio y listo, en este momento los softphone y teléfonos físicos se pueden registrar con el servidor, ver figura 31:



**Figura 31:** Configuración del DMZ Host en el modem Cisco DPC/EPC2425.

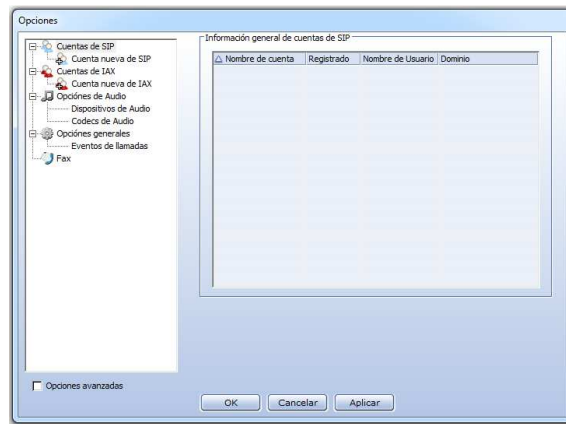
## 6.11. CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE ZOIPER

Se ingresa a la página oficial del fabricante [www.zoiper.com](http://www.zoiper.com), en el link "descargas" y se procede a la descarga e instalación del software. La configuración del softphone ZoIPer es muy sencilla, al iniciar la aplicación aparecerá la siguiente ventana Figura 32:



**Figura 32:** Interfaz de la aplicación ZoIPer.

Para configurar la extensión, se da clic derecho sobre la ventana de ZoIPer, y se muestra un sub-meno, y se elije "Opciones", y aparecerá la siguiente venta Figura 33:



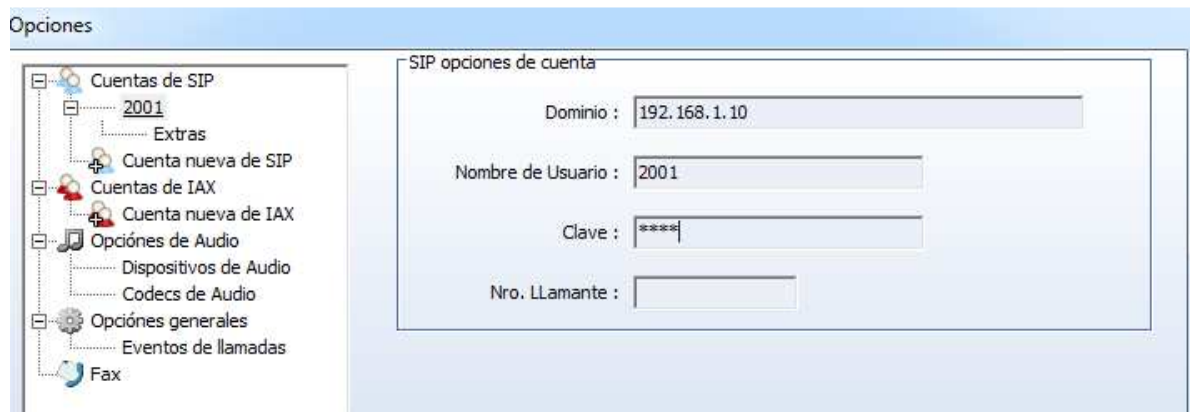
**Figura 33:** Opciones de configuración ZolPer.

Se escoge crear una nueva cuenta SIP, para lo cual el software pregunta el nombre de la nueva cuenta, para este caso se creara la extensión 2001 figura 34:



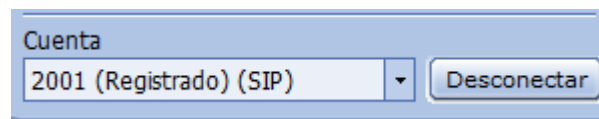
**Figura 34:** Nombre de la nueva cuenta SIP.

Luego solicita llenar unos campos básicos para poderse registrar con el servidor, como la IP de domino, Nombre de usuario y contraseña de la extensión, estos parámetros son los mismos que se configuraron en el archivo sip.conf, ya diligenciados los campos se da clic en aplicar y OK, figura 35:



**Figura 35:** Configuración de cuentas SIP en ZoIPer.

Posteriormente se regresa a la ventana inicial y en la parte inferior del softphone, debe mostrar un mensaje que está registrado la extensión SIP 2001, figura 36:



**Figura 36:** Registro de extensión SIP en ZoIPer.

De igual forma se configura en los equipos móviles como Android, iPhone, Windows, ingresando los mismos parámetros.

## 6.12. POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO

Calidad de servicio (QoS, Quality of Service) es un conjunto de requisitos de servicio que la red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos. El QoS permite que los programas en tiempo real optimicen el uso del ancho de banda de la red, se asegura cierto nivel de garantía de recursos de red suficientes, ofrece a una red compartida un nivel de servicio similar al de una red dedicada.

Los principales problemas de una red de VoIP, es la latencia en el tiempo de llegada de los paquetes IP, el Jitter con la pérdida de paquetes y el Eco, teniendo en cuenta, que el internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el jitter.

Las comunicaciones VoIP son en tiempo real lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia sean muy molestos y perjudiciales y deban ser evitados.

Muchas cosas le ocurren a los paquetes desde su origen al destino, resultando los siguientes problemas vistos desde el punto de vista del transmisor y receptor:

**Paquetes sueltos:** Los ruteadores pueden fallar en liberar algunos paquetes si ellos llegan cuando los buffers ya están llenos. Algunos, ninguno o todos los paquetes pueden quedar sueltos dependiendo del estado de la red, y es imposible determinar qué pasará de antemano. La aplicación del receptor puede preguntar por la información que será retransmitida posiblemente causando largos retardos a lo largo de la transmisión.

**Retardos:** Puede ocurrir que los paquetes tomen un largo período en alcanzar su destino, debido a que pueden permanecer en largas colas o tomen una ruta



menos directa para prevenir la congestión de la red. En algunos casos, los retardos excesivos pueden inutilizar aplicaciones tales como VoIP.

**Jitter:** Los paquetes del transmisor pueden llegar a su destino con diferentes retardos. Un retardo de un paquete varía impredeciblemente con su posición en las colas de los ruteadores a lo largo del camino entre el transmisor y el destino. Esta variación en retardo se conoce como jitter y puede afectar seriamente la calidad del flujo de audio y/o vídeo.

**Entrega de paquetes fuera de orden:** Cuando un conjunto de paquetes relacionados entre sí son encaminados a Internet, los paquetes pueden tomar diferentes rutas, resultando en diferentes retardos. Esto ocasiona que los paquetes lleguen en diferente orden de cómo fueron enviados. Este problema requiere un protocolo que pueda arreglar los paquetes fuera de orden a un estado isócrono una vez que ellos lleguen a su destino. Esto es especialmente importante para flujos de datos de vídeo y VoIP donde la calidad es dramáticamente afectada tanto por latencia y pérdida de sincronía.

**Errores:** A veces, los paquetes son mal dirigidos, combinados entre sí o corrompidos cuando se encaminan. El receptor tiene que detectarlos y justo cuando el paquete es liberado, pregunta al transmisor para repetirlo así mismo.

## 6.12.1. FENÓMENOS QUE AFECTAN EN LA CALIDAD DE LA TRANSMISIÓN DE LA VOZ

### CAUSAS JITTER

El jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se discretiza en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino. El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados. Se espera que el aumento de mecanismos de QoS (calidad del servicio) como prioridad en las colas, reserva de ancho de banda o enlaces de mayor velocidad (100Mb Ethernet, E3/T3, SDH) puedan reducir los problemas del jitter en el futuro aunque seguirá siendo un problema por bastante tiempo.

**VALORES RECOMENDADOS:** El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms. Si el valor es menor a 100 ms el jitter puede ser compensado de manera apropiada. En caso contrario debiera ser minimizado.

**POSIBLES SOLUCIONES:** La solución más ampliamente adoptada es la utilización del jitter buffer. El jitter buffer consiste básicamente en asignar una pequeña cola o almacén para ir recibiendo los paquetes y sirviéndolos con un pequeño retraso. Si alguno paquete no está en el buffer (se perdió o no ha llegado todavía) cuando sea necesario se descarta. Normalmente en los teléfonos IP (hardware y software) se pueden modificar los buffers. Un aumento del buffer implica menos pérdida de paquetes pero más retraso. Una disminución implica menos retardo pero más pérdida de paquetes.

## CAUSAS LATENCIA

A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. Por ejemplo, la latencia en los enlaces vía satélite es muy elevada por las distancias que debe recorrer la información.

La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) y full-dúplex son sensibles a este efecto. Es el problema de “pisarse”. Al igual que el jitter, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

**VALORES RECOMENDADOS:** La latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms. El oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas bastante sensibles. Si se supera ese umbral la comunicación se vuelve molesta.

**POSIBLES SOLUCIONES:** No hay una solución que se pueda implementar de manera sencilla. Muchas veces depende de los equipos por los que pasan los paquetes, es decir, de la red misma. Se puede intentar reservar un ancho de banda de origen a destino o señalar los paquetes con valores de TOS para intentar que los equipos sepan que se trata de tráfico en tiempo real y lo traten con mayor prioridad pero actualmente no suelen ser medidas muy eficaces ya que no disponemos del control de la red.

Si el problema de la latencia está en nuestra propia red interna podemos aumentar el ancho de banda o velocidad del enlace o priorizar esos paquetes dentro de nuestra red.

## CAUSAS DEL ECO

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se cuela de nuevo por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación.

El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original. El eco es especialmente molesto cuanto mayor es el retardo y cuanto mayor es su intensidad con lo cual se convierte en un problema en VoIP puesto que los retardos suelen ser mayores que en la red de telefonía tradicional.

**VALORES RECOMENDADOS:** El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms. Pero otro factor importante es la intensidad del eco ya que normalmente la señal de vuelta tiene menor potencia que la original. Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB.

**POSIBLES SOLUCIONES:** En este caso hay dos posibles soluciones para evitar este efecto tan molesto.

- ✓ Supresores de eco: Consiste en evitar que la señal emitida sea devuelta convirtiendo por momentos la línea full-dúplex en una línea half-dúplex de tal manera que si se detecta comunicación en un sentido se impide la comunicación en sentido contrario. El tiempo de conmutación de los supresores de eco es muy pequeño. Impide una comunicación full-dúplex plena.
- ✓ Canceladores de eco: Es el sistema por el cual el dispositivo emisor guarda la información que envía en memoria y es capaz de detectar en la señal de vuelta la misma información (tal vez atenuada y con ruido). El dispositivo filtra esa información y cancela esas componentes de la voz. Requiere mayor tiempo de procesamiento.

## CAUSAS PÉRDIDA DE PAQUETES (PACKET LOSS)

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor.

Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

**VALORES RECOMENDADOS:** La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser inferior al 1%. Pero es bastante dependiente del códec que se utiliza. Cuanto mayor sea la compresión del códec más pernicioso es el efecto de la pérdida de paquetes. Una pérdida del 1% degrada más la comunicación si se usa el códec G.729 en vez del G.711.

**POSIBLES SOLUCIONES:** Para evitar la pérdida de paquetes una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad es no transmitir los silencios. Gran parte de las conversaciones están llenas de momentos de silencio. Si solo transmitimos cuando haya información audible liberamos bastante los enlaces y evitamos fenómenos de congestión.

De todos modos este fenómeno puede estar también bastante relacionado con el jitter y el jitter buffer.

## CAUSAS ANCHO DE BANDA INSUFICIENTE

El ancho de banda de las comunicaciones es limitado y suele estar compartido por numerosas aplicaciones (web, correo electrónico, tráfico FTP, descarga de archivos, etc.).

Si nuestras comunicaciones de VoIP comparten ancho de banda con otras aplicaciones puede que no tengamos suficiente capacidad para mantener correctamente una comunicación de Voz IP.

**VALORES RECOMENDADOS:** El ancho de banda está fuertemente relacionado con el códec o codificación que estemos usando. Por ejemplo para una comunicación usando el códec G.711 codificamos la voz a 64 Kbps. Como tenemos que añadirle cabeceras para empaquetar los paquetes de voz podemos necesitar aproximadamente 80 Kbps de ancho de banda para una sola conversación (depende de los protocolos sobre los que encapsulemos) Si utilizamos por ejemplo un códec como G.729 más comprimido y que codifica la voz a 8 Kbps, se necesita añadirle las cabeceras unos 24 Kbps de ancho de banda para mantener una conversación.

**POSIBLES SOLUCIONES:** Si tenemos problemas de ancho de banda podemos abordar el problema desde varios frentes:

- ✓ Aumentar el ancho de banda de las redes por las que circulen nuestras comunicaciones (normalmente pagando más)
- ✓ Reducir el consumo que hagan otras aplicaciones del ancho de banda (especialmente las descargas de archivos mediante redes de intercambio)
- ✓ Usar un códec con mayor compresión que usen menos ancho de banda. (Ej: G729)<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Fuente: Aprenda telefonía IP con Asterisk - Elastix <http://elastixtech.com/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>

## 6.12.2. PRUEBAS DE QoS EN VoIP

Para comprobar cómo es la calidad del enlace para el funcionamiento de VoIP, se utilizaron herramientas web, las cuales se pueden consultar gratuitamente, estas arrojan resultados realizando enlaces a diferentes servidores los cuales se seleccionan dentro del mapa de opciones, entre las herramientas consultas están:

- ✓ VoIP (Voice over IP) testing by Visualware<sup>7</sup>
- ✓ voiptest<sup>8</sup>

VoIP (Voice over IP) testing by Visualware, es la utilizada para realizar el test debido que brinda una serie de opciones de consulta, tales como Calidad, video, capacidad, VoIP, IPTV entre otros, a continuación se mostraran los resultados de las pruebas realizadas de un enlace VoIP con el códec G.729, enlazados con un servidor de Brasil: Salvador, Bahía, para 3 líneas:

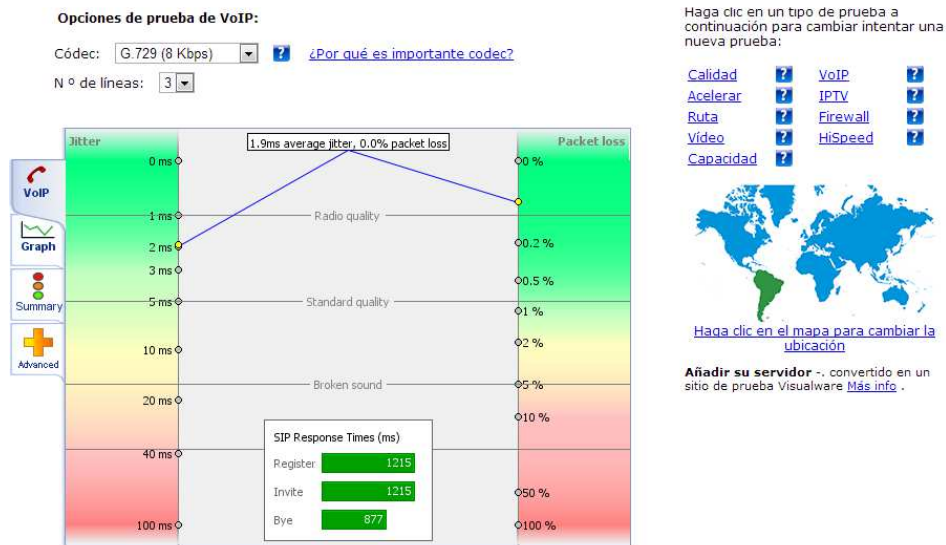
Este informe se refiere a una prueba de conexión realizado el 19 Set 2013 17:43:26 GMT-03: 00.

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Upstream jitter                | ● 1,8 ms      |
| Jitter Downstream              | ● 1,7 ms      |
| Pérdida de paquetes Upstream   | ● 0,0%        |
| Pérdida de paquetes Downstream | ● 0,2%        |
| Para paquetes de Upstream      | ● 100.0%      |
| Para paquetes de Downstream    | ● 99,8%       |
| Descartes de paquetes          | ● 0,0%        |
| MOS                            | ● 3.9         |
| REGISTRO ms                    | ● 1215 ms     |
| INVITAR ms                     | ● 1215 ms     |
| BYE ms                         | ● 877 ms      |
| Prueba                         | Voice-over-IP |

**Figura 37:** Prueba de conexión enlace VoIP. (Fuente: testing by Visualware)

<sup>7</sup> VoIP (Voice over IP) testing by Visualware: <http://myspeed.visualware.com/indexvoip.php>

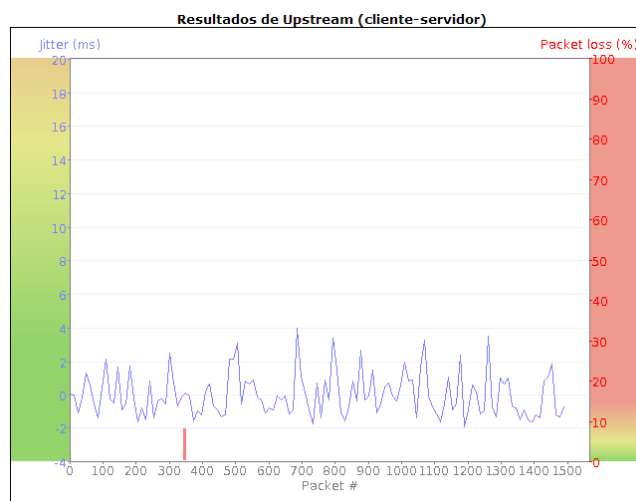
<sup>8</sup> voiptest: <http://www.voiptest.org/speedtest.swf>



**Figura 38:** Resultados Jitter y PACKET LOSS enlace VoIP. (Fuente: testing by Visualware)

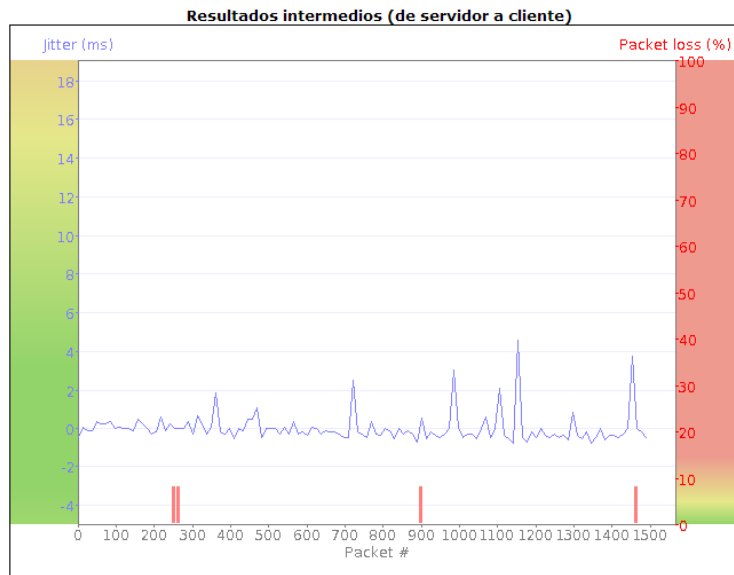
El siguiente gráfico muestra la variación de la UDP jitter en el tiempo. Para las aplicaciones de voz sobre IP, esta variación se debe mantener al mínimo de lo contrario calidad de la llamada se degradará.

Pérdida de paquetes se muestra en rojo. Alta pérdida de paquetes (por ejemplo, más de un 5% sostenido durante un período corto) resultará en un sonido roto durante las llamadas.



**Figura 39:** Resultados de Upstream (Cliente-servidor). (Fuente: testing by Visualware)





**Figura 40:** Resultados intermedios (de servidor a cliente). (Fuente: testing by Visualware)

En la práctica, se debe implementar QoS para el sistema VoIP, utilizando herramientas de control de tráfico y priorización de servicios de voz, teniendo en cuenta que la red de la empresa Sies Telecomunicaciones, es una red convergente de voz, datos y video<sup>9</sup>.

Definición de las políticas de calidad de servicio para el sistema VoIP:

- ✘ Prioriza el tráfico que es sensible al delay; por ejemplo, para asegurar que el tráfico de voz no sea afectado por un delay excesivo se le da prioridad al momento de reenviarlo.
- ✘ Prioriza tráfico de modo tal que las aplicaciones no-críticas para la operación de la empresa no ralenticen o entorpezcan el tráfico que corresponde a aplicaciones críticas para el negocio de la empresa.

<sup>9</sup> Carlos Bustamante, Paul Granja, Ángel Lacerna, "QoS aplicado a VoIP" licenciatura en redes y sistemas operativos, Pág. 2.

- ✘ Prioriza tráfico para asegurar que tráfico indeseable en la red no sobrecargue el uso de ancho de banda.
  
- ✘ Preservar el ancho de banda dilatando el reenvío de información no crítica para la empresa
  
- ✘ Aplicar calidad de servicio a nivel de enlace.

En el mercado hay equipos disponibles y componentes de redes basados en IP que cuentan con todas las características necesarias para optimizar el rendimiento de la red y configurar opciones que garanticen QoS en la aplicación de VoIP.

## 7. EXPERIENCIAS APRENDIDAS

A continuación se describen los inconvenientes y experiencias aprendidas en el diseño e implementación del sistema VoIP para la empresa Sies Telecomunicaciones de la ciudad de Cartagena:

- ❌ Acceso fiable a documentación como bibliografía, internet, y personal capacitado en la ciudad, que maneje el tema para la orientación del proyecto, fue muy restringido, debido a los diferentes conocimientos que se deben tener en cuanto a equipos, software y programación en modo consola bajo Linux.
- ❌ El manejo de los comando Linux, es un factor importante, debido que de la ejecución de estos depende la configuración y funcionamiento del sistema VoIP, por lo tanto se debió realizar un curso de comando básicos para proceder a la programación de Asterisk.
- ❌ Para la elección del sistema operativo, se contaba con dos opciones Debian y CentOS, los dos con altos rendimientos en el funcionamiento con plataformas Asterisk, al final se elige Debian por ser la base de sistemas operativos Linux.
- ❌ Para trabajar con software y sistemas operativos libres, es preferible escoger sistemas estables en el tiempo, comprobados en su uso, por lo tanto se recomienda versiones intermedias.
- ❌ El inconveniente con los softphone, se presento en la incompatibilidad con los protocolos de señalización IAX y SIP, debido que todos no soportan ambos, esto limita el uso de X o Y softphone, en la lista de anexos se detallan los más importantes.
- ❌ Se realizaron pruebas físicas y cálculo matemáticos con diferentes códec, los cuales se pudo ver: aquellos códec que tiene alta comprensión ponen en juego la calidad de la voz, pero son requeridos cuando se cuenta con poco ancho de banda, lo que se traduce en mayor capacidad de anchos de banda, mayor calidad de voz, aumento en el pago al ISP.

## CONCLUSIÓN

La telefonía Voz IP, es una tecnología que a pesar de brindar diferentes opciones de software libres para su implementación, hoy día vemos que muchas compañías mantienen la telefonía conmutada que si bien es funcional, no cuentan con la cantidad de ventajas y aplicaciones que la telefonía voz IP puede brindar seguramente a costos menores que los cancelados hoy en día, además teniendo la posibilidad de administrar, controlar, medir y expandir su propia red de comunicación de voz interna o externa logrando así, ser su propio prestador de servicio.

Esta tecnología no es solo para grandes empresas como se pensaría, claro está, entre más grande la empresa, y esta tenga más sucursales en diferentes ciudades o países, el ahorro en la implementación de voz IP es mucho más notorio, debido a la cantidad de conexiones, extensiones y demás enlaces que se ahorraría cancelar a un proveedor, esta tecnología perfectamente puede ser aplicada a viviendas, hospitales, colegios, universidades y PYMES.

La gran ventaja de la telefonía voz IP, es la de poder utilizar software libres con excelente soporte, como el caso de los sistemas operativos Debian, CentOS, Ubuntu entre otros, además la posibilidad de tener un software como teléfono (softphone), alternativa que baja los costos en la compra de teléfonos físicos y pagos de licencia.

En la telefonía voz IP, la calidad de servicio (QoS) es un factor importante, debido que al exponerlo a una red LAN o WAN (internet), se presentara en el servidor problemas como latencias, Jitter y ecos. Por lo tanto el trabajo en la implementación de herramientas para control de tráfico y priorización de servicios de voz establecen la calidad en las llamadas, logrando así garantizar

el buen funcionamiento de la telefonía voz IP en las redes de próxima generación NGN.

En el presente proyecto se remplazaron en las sedes los teléfonos fijos y celulares por un servidor Asterisk y varios softphone en los diferentes puntos de trabajo, logrando así una disminución en gastos mensuales del 40%, obteniendo así un impacto positivo, teniendo en cuenta la proyección de crecimiento en la empresa Sies Telecomunicaciones.

## SUGERENCIA Y RECOMENDACIONES

Se diseñó como fue el objetivo un sistema de voz sobre IP (VoIP) para la empresa Sies Telecomunicaciones en la ciudad de Cartagena, realizando implementaciones con software y sistemas operativos de libre distribución, además el uso de los equipos PC existentes en la compañía y el cable modem suministrado por el ISP, realizando pruebas en conjunto, por tanto se recomienda:

- ✘ Realizar un curso de comandos Linux, antes de iniciar con la programación, ejecución y montaje de aplicaciones Linux.
- ✘ Identificar que software, sistemas operativos y equipos cuenta la empresa, así poder utilizar estos mismos, teniendo en cuenta características de funcionamiento de las diferentes aplicaciones.
- ✘ Es importante cuando se trabaja con software y sistemas operativos de libre distribución, tomar una versión que sea estable en el mercado y tenga largo tiempo en usos, además de ser compatible con las aplicaciones a ejecutar.
- ✘ Contratar una IP fija con el proveedor de servicio de internet, para el servidor, así no se tendrá inconveniente a la hora de acceder de una red LAN diferente a la del servidor.
- ✘ Aplicar políticas de calidad de servicio QoS, teniendo en cuenta que al incremento de extensiones, se podría ver afectado el servicio y la calidad de la voz.
- ✘ Las políticas de seguridad debe tener un manejo estricto, ya que de ello depende el ingreso y vulneración del servidor.
- ✘ El sistema debe tener contraseñas alfanuméricas de varias combinaciones.
- ✘ Realizar capacitaciones del uso de la tecnología VoIP, así como sus aplicaciones.

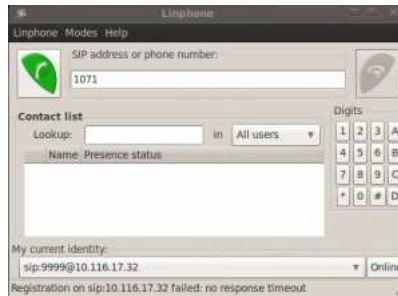
## BIBLIOGRAFÍA

- ☒ Sies Telecomunicaciones, representante legal y directivo. 2013
- ☒ Servicios convergentes en redes de próxima generación, Juan Carlos Montoya, Mendoza, Edwin Montoya Mùnera. Universidad de EAFIT
- ☒ UNE EPM telecomunicaciones, plan tarifarios banda ancha clientes corporativos y móviles, <http://www.une.com.co>
- ☒ Movistar, plan tarifario telefonía fija y móvil, <http://www.movistar.com>
- ☒ Sistema Operativo Debian The Universal operating system, <http://www.debian.org>
- ☒ Asterisk, aplicación de comunicaciones, <http://www.asterisk.org>
- ☒ Cisco: gateway [http://www.cisco.com/web/consumer/support/modem\\_DPC2425.html](http://www.cisco.com/web/consumer/support/modem_DPC2425.html)
- ☒ Softphone ZoIPer, instalación, configuración, <http://www.zoiper.com>
- ☒ Tecnología VoIP y telefonía IP (la telefonía por Internet) <http://www.freelibros.com>
- ☒ Daniel Rodríguez "Curso de Asterisk", <http://hotfixed.net>.
- ☒ Carlos Bustamante, Paul Granja, Ángel Lacerna, "QoS aplicado a VoIP" licenciatura en redes y sistemas operativos, Pág. 2.
- ☒ Elastixtech, Aprenda Telefonía IP Con Asterisk - Elastix, <http://www.elastixtech.com>

## ANEXOS

### Anexo 1: Lista de softphone y sus características

#### 1. Softphone Linphone



**Figura 41:** Softphone Linphone.

Sitio Web: [www.linphone.org](http://www.linphone.org)

Tecnología: SIP

Licencia: OpenSource

Plataformas: Windows, Linux, MacOSX, BlackBerry, Iphone, Android

Soporte IPv6: Si

Soporte Video: Si

Líneas: 1

#### 2. Softphone ZoIPer



**Figura 42:** Softphone ZoIPer.

Sitio Web: [www.zoiper.com](http://www.zoiper.com)

Tecnología: SIP, IAX

Licencia: Versiones Gratuita y Comercial

Plataformas: Free - » Windows, Linux, MacOSX, Solaris / Comerciales -  
» Versión BIZ Windows, Linux, MacOSX, Solaris, Web y Windows Mobile

Soporte IPv6: No

Soporte Video: No

Líneas: 6 zoiper – 1 zoiper communicator



### 3. Softphone 3CX



**Figura 43:** Softphone ZolPer.

Sitio Web: [www.3cx.com](http://www.3cx.com)

Tecnología: SIP

Licencia: Versiones Gratuita y Comercial

Plataformas: Free - » Windows, Iphone, Android

Soporte IPv6: No

Soporte Video: No

Líneas: Multilínea

### 4. Softphone X-Lite



**Figura 44:** Softphone X-Lite.

Sitio Web: [www.counterpath.com/x-lite.html](http://www.counterpath.com/x-lite.html)

Tecnología: SIP

Licencia: Versiones Gratuita y Comercial(Eye-Beam, Bria)

Plataformas: Windows, MacOSX

Soporte IPv6: No

Soporte Video: No

Líneas: 1

## 5. Softphone Blink



**Figura 45:** Softphone Blink

Sitio Web: [icanblink.com/](http://icanblink.com/)

Tecnología: SIP

Licencia: Versiones Gratuita y Comercial(PRO)

Plataformas: Windows, MacOSX (Blink Cocoa) Linux (Blink QT)

Soporte IPv6: No

Soporte Video: No

Líneas: Múltiples