

**IMPLEMENTACIÓN DE VOIP COMO SOLUCIÓN A OBSOLECENCIA
DEL PBX ANÁLOGO EN FAST LOGISTIC S.A.S**

**SANDRA MILENA GRANADOS FIGUEROA
C.C 1.049.631.165**

**OSCAR LEONARDO CARDENAS CARDOZO
C.C 93.413.779**

**ESPECIALIZACIÓN DE REDES DE DATOS
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
BOGOTÁ D.C**

**IMPLEMENTACIÓN DE VOIP COMO SOLUCIÓN A OBSOLECENCIA
DEL PBX ANÁLOGO EN FAST LOGISTIC S.A.S**

**SANDRA MILENA GRANADOS FIGUEROA
C.C 1.049.631.165**

**OSCAR LEONARDO CARDENAS CARDOZO
C.C 93.413.779**

**Proyecto de grado, presentado como requisito para
obtener el título de Especialistas en Redes de Datos**

**Docente:
ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO NARVAEZ**

**ESPECIALIZACIÓN DE REDES DE DATOS
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
BOGOTÁ D.C
SEPTIEMBRE 2014**

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 05 de Septiembre de 2014

Dedicatoria

*Este proyecto está dedicado especialmente
a nuestras familias y seres queridos que
en el transcurso de la especialización
siempre nos apoyaron y nunca
dejaron de creer en nosotros.*

AGRADECIMIENTOS

Gracias a nuestras incondicionales familias que nos brindaron su apoyo absoluto en todo momento, a nuestros profesores que nos transmitieron con gran profesionalismo su conocimiento, a nuestro director de proyecto Carlos Enrique Montenegro por su dedicación y compromiso para guiarnos en el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN.....	- 1 -
<i>Palabras clave:</i>	<i>- 1 -</i>
ABSTRACT.....	- 2 -
<i>Keywords:.....</i>	<i>- 2 -</i>
1. INTRODUCCIÓN.....	- 3 -
2. JUSTIFICACIÓN.....	- 4 -
3. OBJETIVOS.....	- 5 -
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	- 5 -
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	- 5 -
4. PROBLEMA.....	- 6 -
4.1. PREGUNTA PROBLÉMICA.....	- 7 -
5. METODOLOGÍA.....	- 8 -
6. MARCO TEÓRICO.....	- 10 -
7. MARCO CONCEPTUAL.....	- 42 -
8. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	- 47 -
8.1. INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE FAST LOGISTIC S.A.S.....	- 47 -
8.1.1. Funcionamiento del sistema telefónico PBX análogo:	- 47 -
8.1.2. Sistema PBX análogo instalado en la empresa.....	- 50 -
8.2. REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS.....	- 50 -
8.3. OPCIONES DISPONIBLES EN EL MERCADO	- 51 -
8.4. REQUISITOS TÉCNICOS DE LA SOLUCIÓN.....	- 52 -

8.5.	<i>Sistema de telefonía IP</i>	- 54 -
9.	RESULTADOS	- 55 -
9.1.	<i>SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS ADECUADA</i>	- 55 -
9.1.1.	<i>¿Por qué Asterisk?</i>	- 56 -
9.2.	<i>IMPLEMENTACIÓN DE ASTERISK</i>	- 57 -
9.2.1.	<i>ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y DISPOSITIVOS</i>	- 57 -
9.2.1.1.	<i>Servidor elegido:</i>	- 57 -
9.2.1.2.	<i>Elección de teléfonos IP:</i>	- 58 -
9.2.1.3.	<i>Tarjetas FXO y FXS:</i>	- 58 -
9.2.1.4.	<i>Software:</i>	- 58 -
9.2.1.5.	<i>Seguridad:</i>	- 59 -
9.3.	<i>ASIGNACIÓN DE EXTENSIONES:</i>	- 60 -
9.3.1.	<i>Bogotá:</i>	- 60 -
9.3.2.	<i>Medellín:</i>	- 61 -
9.3.3.	<i>Cali:</i>	- 61 -
9.4.	<i>FUNCIONES CONFIGURADAS</i>	- 62 -
9.4.1.	<i>Desvío de llamadas</i>	- 62 -
9.4.2.	<i>Transferencia de llamadas</i>	- 62 -
9.4.3.	<i>Contestación de llamadas del mismo grupo</i>	- 62 -
9.4.4.	<i>Función no molestar</i>	- 62 -
9.5.	<i>POLITICAS Y RESTRICCIONES:</i>	- 63 -
9.6.	<i>ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA VoIP</i>	- 63 -
9.6.1.	<i>Copias de Seguridad</i>	- 64 -

9.7.	CONEXIÓN ENTRE LAS SEDES.....	- 65 -
9.8.	COSTO DE LA SOLUCIÓN.....	- 66 -
9.9.	CAPACITACIÓN.....	- 67 -
10.	CONCLUSIONES.....	- 68 -
11.	BIBLIOGRAFIA.....	- 69 -
	GLOSARIO.....	- 73 -

LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1- COMPARACIÓN COSTOS MENSUALES, REDUCCIÓN DE COSTOS DEL NUEVO SISTEMA DE TELEFONÍA VOIP.....</i>	<i>- 4 -</i>
<i>FIGURA 2. TELEFONÍA TRADICIONAL</i>	<i>- 8 -</i>
<i>FIGURA 3. VOIP-SOLUCIÓN ABIERTA A VOZ Y DATOS</i>	<i>- 9 -</i>
<i>FIGURA 4. RED DE DATOS</i>	<i>- 42 -</i>
<i>FIGURA 5. INICIO DE LA MAQUINA VIRTUAL DEBIAN SOBRE VIRTUALBOX.....</i>	<i>- 43 -</i>
<i>FIGURA 6. CONEXIÓN DE UN TELÉFONO ANALÓGICO.....</i>	<i>- 44 -</i>
<i>FIGURA 7. CONEXIÓN DE UN TELÉFONO IP.....</i>	<i>- 44 -</i>
<i>FIGURA 8. VIDEO TELÉFONO IP</i>	<i>- 45 -</i>
<i>FIGURA 9. CONEXIÓN A INTERNET DE GRANDES EMPRESAS</i>	<i>- 46 -</i>
<i>FIGURA 10. CONMUTACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO.....</i>	<i>- 48 -</i>
<i>FIGURA 11. CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.....</i>	<i>- 49 -</i>
<i>FIGURA 12. TECNOLOGÍA IP.....</i>	<i>- 54 -</i>
<i>FIGURA 13.ARQUITECTURA DE VOIP.....</i>	<i>- 55 -</i>
<i>FIGURA 14. SERVIDOR HP PROLIANT ML150 G6.....</i>	<i>- 57 -</i>
<i>FIGURA 15. TARJETAS FXO Y FXS EN LA RED DE TELEFONÍA IP.....</i>	<i>- 58 -</i>

LISTA DE TABLAS

<i>TABLA 1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ASTERISK, CISCO CALL MANAGER Y 3CX</i>	<i>- 52 -</i>
<i>TABLA 2. COSTO DE LA SOLUCIÓN</i>	<i>- 66 -</i>

RESUMEN

FAST LOGISTIC S.A.S es una empresa que cuenta actualmente con un sistema de comunicación telefónica obsoleto, basado en el antiguo sistema de central telefónica de conmutación de circuitos conocida como PBX análoga, la cual puede alcanzar un costo superior a los \$30.000.000, para un sistema con capacidad para 64 llamadas simultáneas.

Este sistema de comunicación telefónica es muy complejo de mantener y actualizar, ya que se deben renovar los conmutadores y demás equipos con cierta frecuencia, a la par del crecimiento de la empresa; además la instalación y capacitación a los operadores de la central PBX, generan también un costo adicional a la empresa.

La solución seleccionada como sistema de comunicación basado en VoIP, deberá permitir que los usuarios se puedan comunicar de manera más eficaz e innovadora, además de reflejar una reducción considerable en el costo de las llamadas de larga distancia.

El objetivo general de este proyecto es proponer un sistema de comunicación telefónica basado en VoIP, que permita comunicar a los empleados de todas las sedes de la empresa sin limitaciones de tiempo y distancia, ofreciendo nuevos servicios y disminuyendo el costo por llamadas de larga distancia, mediante el estudio comparativo de las diferentes soluciones que existen en el mercado.

La solución tecnológica escogida para resolver el problema de FAST LOGISTIC S.A.S, consiste en implementar un sistema de Telefonía VoIP sobre una plataforma Asterisk, el cual será instalado en un servidor de datos, alojado en el centro de cómputo de la empresa e integrado a la red de datos que funciona actualmente.

La implementación de Asterisk en la empresa FAST LOGISTIC S.A.S, deberá cambiar de forma radical la manera como los usuarios de la empresa se comunican entre sí y con su entorno, aprovechando todas las bondades que ofrece la tecnología VoIP. Además, permitirá el uso de nuevos servicios tales como lectura de mensajes del buzón de voz a través del correo electrónico, sesión de video llamada entre las diferentes extensiones, portabilidad de la extensión instalada en un Smartphone o Tablet, entre muchos otros.

Palabras clave: Asterisk, PBX análoga, VoIP, conmutación de circuitos, plataforma, red.

ABSTRACT

FAST LOGISTIC SAS is a company that currently has an obsolete telephone communication system, based on the old telephone exchange system circuit switched, known as analog PBX, which can reach more than \$ 30 million cost for a system for up to 64 simultaneous calls.

This telephone communication system is very complex to maintain and update, as they must renew the switches and other equipment with some frequency, alongside the growth of the company; plus installation and training operators PBX, also generate an additional cost to the company.

Selected as a communication system based on VoIP solution should allow users to communicate more effectively and innovatively, and reflect a considerable reduction in the cost of long distance calls manner.

The overall objective of this project is to provide a telephone communication system based on VoIP, which allows employees to communicate to all company locations without limitations of time and distance, offering new services and reducing the cost of long distance calls, through the comparative study of the different solutions available on the market.

The technological solution chosen to solve the problem of FAST LOGISTIC SAS, is to implement a system of VoIP telephony on an Asterisk platform, which will be installed in a data server, housed in the computer center of the company and integrated network datathat is currently operating.

Implementation of Asterisk in the enterprise FAST LOGISTIC S.A.Smustradicallychangethe way that business users communicate with each other and with their environment, taking advantage of all the benefits offered by VoIP. It will also allow the use of new services such as read voicemail messages via email, video call session between the different extensions, portability extension installed on a Smartphone or Tablet, among many others.

Keywords: Asterisk, analog PBX, VoIP, circuit switching, platform, network, smartphone.

1. INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, en el siglo XIX, el sistema de telefonía análoga ha tenido una gran importancia para el hombre a la hora de comunicarse de manera rápida, logrando transmitir un mensaje de voz de un continente a otro en solo unos segundos y con buena calidad de sonido.

A lo largo del siglo XX, dicho sistema no llegó a sufrir grandes cambios que permitieran una evolución relevante en su modo de operación, limitando su capacidad de ofrecer nuevos servicios que años tras año demandaban los millones de usuarios a lo largo del planeta.

A comienzos de los años 90, con la masificación del Internet a nivel comercial y el crecimiento del interés a nivel del hogar, empieza a surgir la necesidad de aprovechar la red de datos para transmitir no solo datos, sino multimedia, y es así como nace VoIP; pero no es sino hasta comienzos del siglo XXI que VoIP empieza a ser tomado en serio, y se convierte poco a poco en el robusto e innovador sistema de telefonía que es hoy.

Aún hoy, muchas empresas cuentan con grandes y complejas centrales de comunicación telefónica análoga en la que han invertido muchísimo dinero, y es esta una de las causas por las cuales no se deciden aún a tomar una decisión radical y dar el paso decisivo al mundo de la telefonía a través de VoIP.

En el presente documento se describe la posible solución al problema de obsolescencia de comunicación telefónica que presenta actualmente la empresa FAST LOGISTIC S.A.S, identificando claramente el problema, con una justificación detallada y unos objetivos claros, en busca de la solución que permita cambiar de forma radical la manera como los usuarios de la empresa se comunican interna y externamente.

2. JUSTIFICACIÓN

La solución seleccionada como sistema de comunicación basado en VoIP para la empresa FAST LOGISTIC S.A.S, debe permitir que los usuarios se puedan comunicar de manera más eficaz e innovadora, además de reflejar una reducción considerable en el costo de las llamadas de larga distancia efectuadas a Cali, Medellín y Bogotá, logrando una reducción aproximada de \$2.500.000 mensuales, incluidos los costos de las 3 sedes.

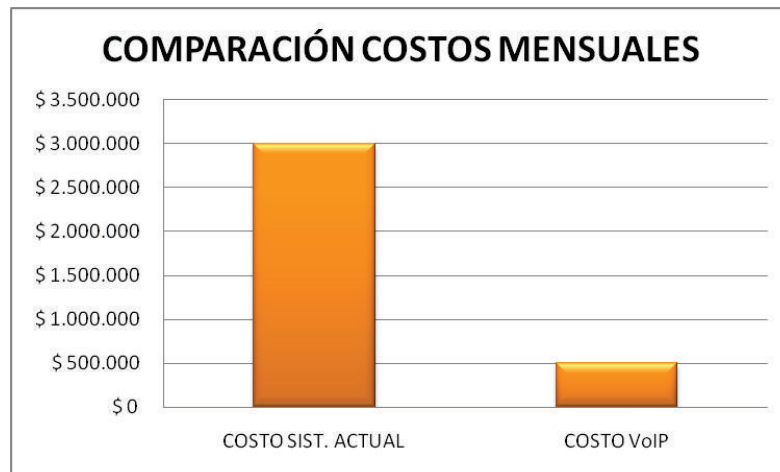


Figura 1- Comparación costos mensuales, reducción de costos del nuevo sistema de telefonía VoIP

Fuente: Autores

Como aparece en la figura 1, una vez se tenga implementado el sistema, la solución deberá cambiar de forma radical la manera como los usuarios de telefonía de FAST LOGISTIC S.A.S se comunican entre sí y con su entorno, aprovechando todas las bondades que ofrece la tecnología VoIP.

El impacto de la implementación de la nueva solución en esta empresa, se verá reflejado en la innovación de los nuevos servicios, que estará al alcance de todos los empleados de la empresa y permitirá gozar de una experiencia diferente y agradable a la hora de comunicarse con los demás empleados y con los clientes de la empresa, lo cual se verá reflejado en la disminución de los costos por llamadas y una mejor atención a los clientes.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de comunicación telefónica basado en VoIP, que permita comunicar a los empleados de todas las sedes de la empresa FAST LOGISTIC S.A.S, sin limitaciones de tiempo y distancia, ofreciendo nuevos servicios y disminuyendo el costo por llamadas de larga distancia, mediante el estudio comparativo de las diferentes soluciones que existen en el mercado.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar la infraestructura actual de la empresa FAST LOGISTIC S.A.S en materia de comunicación telefónica.
- Identificar los requerimientos de los usuarios mediante encuestas o sondeos, con el fin de obtener información clara, acerca de los servicios que ellos necesitan para mejorar su comunicación con los clientes y demás usuarios.
- Estudiar diferentes soluciones existentes actualmente en el mercado, identificando sus ventajas y desventajas, así como su costo aproximado.
- Identificar los requisitos técnicos de la solución con base en los estudios previos y requerimientos de los usuarios.
- Seleccionar la solución más adecuada, que cumpla con los requisitos de los usuarios y que se ajuste al presupuesto de FAST LOGISTIC S.A.S.

4. PROBLEMA

La empresa FAST LOGISTIC S.A.S cuenta actualmente con un sistema de comunicación telefónica obsoleto, basado en el antiguo sistema de central telefónica de conmutación de circuitos conocida como PBX análoga, la cual podría alcanzar un costo aproximado a los \$30.000.000 en equipos para un sistema con capacidad para 64 llamadas simultáneas, esto sin adicionar los costos por llamadas a larga distancia que tienen un costo promedio de \$3.000.000 mensuales.

Este sistema de comunicación telefónica es muy complejo de mantener y actualizar, ya que se deben renovar los conmutadores y demás equipos con cierta frecuencia, a la par del crecimiento de la empresa; además la instalación y capacitación a los operadores de la central PBX, generan también un costo adicional a la empresa.

Otra desventaja es que la PBX análoga limita notoriamente la capacidad de concurrencia a la hora de usar simultáneamente el sistema por muchos usuarios, limitando el uso de la misma a solo 64 llamadas simultáneas para una empresa con más de 200 empleados y que por la actividad económica de la empresa, necesita usar este servicio con mucha frecuencia teniendo en muchas ocasiones problemas a la hora de querer realizar una llamada, encontrándose con que no hay un circuito libre de los 64 con los que cuenta la central PBX actual y perdiendo en ocasiones tiempo valioso para la atención de los clientes.

Si a lo anterior le agregamos que este sistema no cuenta con la capacidad de ofrecer servicios clave como la posibilidad de enviar al correo electrónico los mensajes dejados en el buzón de voz, revisar en la web el historial de llamadas, configurar su extensión telefónica en otros dispositivos como un Pc, una notebook, una Tablet o un Smartphone, además del cada vez más popular servicio de videoconferencia, entre muchos otros innovadores servicios más, lo cual podría ocasionar pérdidas económicas a la empresa debido a solicitudes de servicio inmediato requerido por los clientes, quienes al no encontrar respuesta oportuna, terminan recurriendo a la competencia.

4.1. PREGUNTA PROBLÉMICA

¿Cuál es la solución tecnológica que permitiría comunicar a todos los usuarios, de manera eficiente, eficaz, innovadora y a un menor costo a través de las nuevas tecnologías existentes en el mercado?

5. METODOLOGÍA

La tecnología es un concepto amplio que abarca gran cantidad de técnicas y procesos significativos los cuales contribuyen con el desarrollo de la humanidad, diariamente estas técnicas se van mejorando y con el paso del tiempo se van enriqueciendo dichos procesos para tener una mejor calidad de vida. Esta tecnología proporciona un sinfín de procesos y áreas, uno de ellos es la telefonía como se ve en la figura2, está es una tecnología que con el paso del tiempo ha brindado a las personas la oportunidad de comunicarse sin importar el lugar ni la distancia en el que se encuentren, es una tecnología que ha ido avanzando con el paso del tiempo así como el mismo desarrollo de la humanidad, según las necesidades y requerimientos de la sociedad.

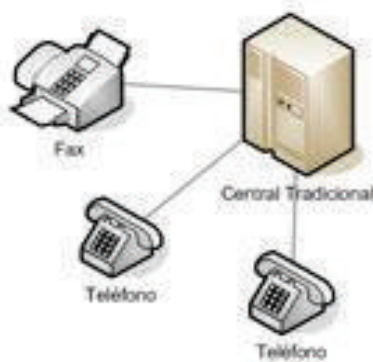


Figura 2. Telefonía tradicional

Fuente: Telefonía IP {En línea} (13 de agosto) disponible en: (<http://www.dialone.com.ar/telefonía-voip/>).

Es así como ha ido evolucionando y ha dejado de ser simplemente la telefonía tradicional, ahora la telefonía cuenta con un agregado que hace de está una opción muy buena para comunicarse (más que todo utilizada en las empresas), con la llegada de internet también llega la telefonía de VoIP que es uno de los avances tecnológico más importantes para las empresas que de una o de otra forma dependen de servicios de telefonía para funcionar.

El proyecto muestra una investigación tipo teórica, en la cual se muestra la recopilación de información necesaria para conocer como se beneficiaría la empresa FAST LOGISTIC.SAS en el sector de las TIC, más específicamente al dejar de lado la telefonía analoga y pasar a telefonía de VoIP tal como se muestra en la figura3, con la revisión detallada de artículos, libros y páginas de internet se desarrolla toda una cadena de

información importante que permite conocer la actualidad de las redes de VoIP pues la cantidad de empresas que están empezando a implementar ese sistema de telefonía, cada vez crece con mayor fuerza. Se investigan las características de la red, las diferencias que tiene esta con respecto a tecnologías antiguas.



Figura 3. VoIP-Solución abierta a voz y datos

Fuente: Telefonía IP{En línea} (13 de agosto) disponible en: (<http://www.dialone.com.ar/telefonía-voip/>).

Es un trabajo de investigación descriptiva y evaluativa ya que su objetivo es proponer un sistema de comunicación telefónica basado en VoIP, que permita comunicar a los empleados de todas las sedes de la empresa FAST LOGISTIC S.A.S, sin limitaciones de tiempo y distancia, por otra parte se pretende conocer cuál es la ventaja de utilizar esta red de telefonía y con ello la viabilidad de utilizar la tecnología.

6. MARCO TEÓRICO

Tomando como base lo expuesto por URREA¹, en donde asegura que la transmisión de voza través de redes de datos IP, conocida como VoIP, es una de las grandes revoluciones tecnológicas del siglo 21, porque permite digitalizar la voz con el fin de enviarla como paquetes de datos a través de la red, ya sea LAN, WAN, MAN, Internet, etc. Además resalta el objetivo que permite cumplir en cuanto a convergencia de redes multimedia, transmitiendo por un mismo medio datos, voz, video, imágenes y hasta TV.

También resalta la importancia del papel que juega el gobierno al construir la normatividad que se encargue de regular el funcionamiento de dicho sistema sin que esto afecte drásticamente a las compañías de telecomunicaciones, pero que a la vez permita a los usuarios explotar al máximo su potencial.

Como una de las características principales de VoIP se encuentra el gran ahorro que representa en la realización de llamadas de larga distancia, lo cual hace que la recuperación de la inversión en este sistema se pueda ver materializada en pocos meses.

Entre los antecedentes que describe el autor se encuentra la masiva evolución a principios de los 90 de internet a través de la worldwide web con páginas dedicadas principalmente al comercio, la educación y el entretenimiento.

Destaca que el concepto de voz IP no es del todo nuevo, sino que fue implementado con poco éxito en la década de los 90 de la mano de la evolución de Internet, no fue hasta que los organismos internacionales decidieron definir los diferentes estándares, como por ejemplo el protocolo SIP, lo cual fue un punto clave para hacer del sistema de VoIP lo que es hoy en día.

Entre las bondades del teléfono IP destaca las diferentes características con las que pueden llegar a contar estos dispositivos, los cuales pueden, entre otras cosas, disponer de 2 líneas de entrada usando la misma extensión registrada en la red, transferencia de llamadas, buzón de mensajes, reenvío de mensajes al e-mail, diversidad de Ring Tones, entre muchas otras más.

¹ URREA AYALA, Héctor. Los retos de la regulación de la voz sobre el protocolo IP. 2006. P. 1- 43.

El Softphone o software IP, es dividido por el autor en 3 sub categorías a saber: *web calling* y da como ejemplo al popular Skype, *instantmessage* tal como el ya no tan popular Windows Messenger y *web conferencing* dando como ejemplo la herramienta Adobe Conect.

Las 3 sub categorías con un enfoque al parecer distinto, pero que en últimas buscan el mismo fin: comunicar de manera directa, inmediata, eficaz y a muy bajo costo a los usuarios de dichas aplicaciones.

El tercer tipo de herramienta de comunicación usada como terminal de usuario de un sistema de VoIP, es el dispositivo móvil de última generación más conocido como Smartphone, el cual para ser clasificado como terminal VoIP, deberá contar con una aplicación de VoIP que permita llevar a cabo el registro del aparato en la red VoIP para posteriormente establecer comunicación con los demás entes del sistema de comunicación, ya sea a nivel local o cualquier otro dispositivo de la PSTN a la cual tenga acceso dicha red.

Para Andonova², está claramente definido que Internet y la telefonía móvil son totalmente complementarias y tanto la una como la otra son imprescindibles en su crecimiento y evolución.

Además, a lo anterior le agrega que no sólo la telefonía móvil se aprovecha de la fija para surgir, sino que también lo hace el internet y al igual que con la móvil, la fija pierde la batalla frente al internet quien resulta siendo el ente dominante en esta interacción de soluciones de telecomunicación.

Una afirmación que hace el autor, es que la comunicación a través de VoIP nace también de la necesidad de batallar contra el monopolio en comunicaciones fijas, muy común en gran cantidad de países de todo el mundo y que de alguna manera causaban un gran impacto económico en el bolsillo de los usuarios al no tener alternativas a la mano.

Un claro ejemplo del golpe económico dado a esos grandes monopolios de las telecomunicaciones se dio en Japón, en donde la implementación de VOIP redujo los

²ANDONOVA, Veneta y LADRÓN, Antonio. Interacciones tecnológicas y efectos red: Claves para predecir el impacto del VOIP sobre la industria de las telecomunicaciones. 2006. P. 1 – 15.

costes de comunicación a la mitad para empresas como Tokio Gas, Hitachi o Mitsubishi Corp. entre muchas otras.

Por último, el autor considera que la total integración entre móviles e Internet sugiere que las empresas de un sector deben buscar alianzas estratégicas en el otro, ya que la convergencia entre estas tecnologías va a condicionar el servicio del futuro.

Una gran importancia del software libre en la convergencia de las redes de VoIP, es mencionado por Rodríguez³, ya que ha permitido el surgimiento de nuevos servicios y productos basados en la tecnología VoIP, independientemente de la tecnología de acceso, arquitectura o protocolo que usen.

A su vez, destaca la importancia de la investigación a nivel universitario de la implementación de plataformas basadas en software libre, que faciliten la apropiación a nivel educativo que permitan evolucionar en el tema de VoIP y a su vez facilitar las investigaciones científicas y el desarrollo de aplicaciones, tal como se implementó en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central “Marta Abreu”, que ha proyectado desarrollar una infraestructura de laboratorio que permita alcanzar niveles de docencia e investigación adecuados.

El servidor de VoIP a utilizar en dichas investigaciones es Asterisk, quien es usado como controlador de la plataforma SIP. El servidor Asterisk es el elemento principal del proyecto y sus características de software libre de código abierto lo hacen especialmente apropiado desde el punto de vista económico y en cuanto a la flexibilidad para ajustarse a proyectos investigativos.

Los componentes principales de la red SIP, enumerados por el autor son Asterisk, PBX de software libre, Teléfonos SIP, Softphone y Gateway VoIP, todos ellos elementos esenciales para el normal funcionamiento de cualquier sistema de VoIP que aspire a intercomunicarse no solo a nivel corporativo, sino con el mundo exterior.

³RODRÍGUEZ LÓPEZ, Carlos Alberto. Plataforma de Telecomunicaciones de VoIP basada en software libre. 2008. P. 44 – 50.

Si a todo lo anterior, se le agrega el gran aporte realizado por Capote⁴, en donde manifiesta que con el nacimiento de las redes de conmutación de paquetes se ofreció una nueva infraestructura para el surgimiento de una tecnología capaz de transmitir voz sobre las redes de datos, además de video, imágenes, IPTV y por supuesto, los mismos datos, deducimos que la conmutación de paquetes permite el transporte de voz digitalizada de una manera más eficiente y rápida.

Para iniciar su artículo, el autor se remonta a los inicios del sistema de comunicación por voz, desde la invención del teléfono a finales del siglo XIX, hasta la introducción de la conmutación digital, la transmisión por fibra óptica y las redes inteligentes.

Destaca además, la importancia de la utilización de pasarelas (gateways) como puente de inter conexión entre dos sistemas distintos de comunicación, tales como la misma red VoIP y la PSTN, lo cual no sería posible sin la integración al sistema de estos dispositivos que no hacen otra cosa más que la traducción de la información basado en el protocolo utilizado por cada uno de los sistemas inter conectados.

Define la solución Asterisk como el servidor VoIP de código abierto más apropiado a la hora de implementar este sistema, al mismo tiempo que sugiere que el sistema operativo que ofrece un mejor rendimiento a Asterisk es nada más ni nada menos que otra solución de licencia libre, el sistema operativo Linux.

Como conclusión, en el artículo se describe de manera clara los diferentes dispositivos físicos y lógicos requeridos para la implementación de VoIP de manera segura, integra, económica y estable, que permita la comunicación del sistema local corporativo de telefonía con su mundo exterior sin preocuparse de los altos costos por facturación de llamadas a larga distancia.

Pero además, por ningún motivo se puede dejar de lado el tema de la calidad de servicio (QoS), ya que según lo dicho por Silot⁵, en donde resalta la gran importancia que tiene la

⁴CAPOTE ÁLVAREZ, Juan Alain. Técnicas de diseño de pasarelas de VoIP con estándares abiertos y código libre. 2008. P. 89 – 97.

⁵SILLOT, Rafael. Procesamiento de la VoIP: fundamentos para la Implementación de redes con QoS. 2006. P. 20 – 26.

QoS en un sistema de VoIP y lo define como una pieza clave en la masificación de dicha tecnología como alternativa de comunicación de voz.

En los sistemas de VoIP, la QoS depende de varios factores claves que pueden llegar a determinar de manera crítica el éxito de su operación: La latencia o demora de terminal a terminal, el jitter o variación de la latencia, el codec de compresión usado, la pérdida de paquetes en la red y el tamaño del buffer de absorción del jitter.

En cuanto a la calidad de servicio al transmitir video a través de VoIP, esta se podría ver seriamente afectado debido a 2 factores claves: los parámetros de la red y el tipo de codificación utilizada para la compresión del video, es justo aquí en donde se debe definir de manera inteligente, qué tipo de codec utilizar teniendo en cuenta la capacidad del ancho de banda y la infraestructura en general de la red de datos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la implementación de un sistema de VoIP con QoS, deberá cumplir de manera obligatoria con los siguientes requerimientos: realizar pruebas de medición de QoS, realizar pruebas de umbrales establecidos en estándares internacionales y utilizar una herramienta de chequeo y monitoreo permanente en tiempo real.

Algo muy importante que reseña Poyeaux⁶ de SIP, es que es un protocolo clave en una red IP a la hora de establecer sesiones de comunicación en tiempo real, ya sea de voz, video o simplemente datos, similar a HTTP y SMTP pero ideal a la hora de integrar la voz de manera eficiente en Internet.

También explica que en la arquitectura SIP intervienen cuatro tipos de servidores siendo estos el servidor Proxy, el de redirección, de registro y de agente de llamada, cada uno con funciones diferentes y específicas que hacen del protocolo SIP el más sencillo de los protocolos de este tipo.

Poyeaux⁷ enuncia también la importancia de este servicio integrado en las páginas web a la hora de brindar una mejor atención al cliente, poniendo como ejemplo a un cliente de

⁶POYEAUX CABRERA, Nelson. El protocolo SIP: propuesta del IETF para la transmisión de VoIP. 2006. P. 35 – 40.

⁷POYEAUX CABRERA, Nelson. El protocolo SIP: propuesta del IETF para la transmisión de VoIP. 2006. P. 35 – 40.

un banco comunicándose con un asesor con tan solo dar un click en el enlace de ingreso al servicio de comunicación entre el cliente y el banco.

Algo muy importante que vale la pena reseñar de SIP es que no es solo un protocolo utilizado en sistemas de VoIP, sino que ha sido elegido como el protocolo para el proceso de señalización en redes móviles de tercera y cuarta generación, un suceso que habla por sí solo de la robustez y complejidad de SIP.

Cuál sería el rumbo a nivel tecnológico que habría tomado nuestro país sí, como lo expuso García⁸, al ciudadano americano Pedro G. Lynn hubiera tenido éxito cuando quiso obtener la patente y con ello el derecho de comercializar en Colombia el dispositivo bautizado como el Teléfono y que según él era un invento suyo, pero finalmente la justicia Colombiana terminó por conceder dicha querella a favor del reconocido Graham Bell.

En este artículo, el autor quiso remontarse al pasado y relatar cómo fue el comienzo de la comunicación telefónica en Colombia, abordando un hecho peculiar en donde el inventor Alexander Graham Bell tuvo que lidiar con una gran cantidad de demandas en varios países, y uno de ellos fue Colombia, en donde un par de extranjeros interpusieron en su contra una solicitud de patente por lo que ellos llamaron el *Teléfono*.

Se hace una narración acerca de cuán difícil y demorado era llegar en esa época a Bogotá si se deseaba viajar desde Cartagena o Barranquilla, lo cual representaba toda una travesía a lo largo del río Magdalena para después atravesar la cordillera a lomo de caballo para después de varios días lograr el arribo a la capital.

Esto lo hace con el fin de comparar lo difícil que era lograr también la tediosa tarea de hacer llegar a Bogotá, las redes de comunicaciones provenientes de USA y Europa a través de cables submarinos de telefonía, lo cual representaba una desventaja para la época ya que la mayoría de las capitales de América Latina tenían sus ciudades capitales más cerca de los puertos marítimos.

⁸GARCÍA ROZO, Antonio y GARCÍA VARGAS, Eduardo. El comienzo de la telefonía en Colombia y las demandas de Alexander Graham Bell. 1998. P. 5 – 10.

Pero, y si se avanza un poco más de un siglo, para abordar el concepto de videoconferencia, que según Grau⁹ se enmarca mas allá de una simple telecomunicación de voz y video, pues según él, ésta debe de tomar un papel mucho más protagonista a la hora de lograr a través del mismo medio, hacer una colaboración en línea que permita optimizar y aprovechar dicho medio para realizar otras tareas como soporte técnico en línea, transferencia de archivos y varias tareas más.

Este tipo de herramientas tecnológicas existen desde hace ya varios años en Internet, pero no venía siendo utilizada de manera tan frecuente como en los últimos años debido al gran ancho de banda que requiere por la transmisión de contenido multimedia.

El autor también observa una abundante variedad de herramientas, lo que de alguna manera muestra la inexistencia de un estándar que predomine. Algunas de estas herramientas son Adobe Connect, Skype, WebEx, MeetMeNow, Citrix, Microsoft, Office Live Meeting, entre otros.

El artículo se enfoca especialmente en la descripción de las características de dos productos: Web Ex y Adobe Connect, los cuales se destacan por encima de los demás, enfocado en aspectos como la comodidad de uso y los pocos requerimientos de software, hardware y red, además de sus numerosas funcionalidades, los dos son multiplataforma y están orientados a entorno web.

Y si a esto se le agrega lo dicho por Antunez¹⁰, quien se enfoca en mostrar las bondades de varias herramientas para realizar videoconferencia, pero a través de dispositivos de última tecnología que surgieron desde el auge de las comunicaciones móviles de tercera y cuarta generación, nos daríamos cuenta de lo mucho que el hombre ha logrado avanzar en materia de telecomunicaciones, algo que ni siquiera el mismo Graham Bell se hubiera podido llegar a imaginar.

Entre las herramientas de videoconferencia que sugiere el autor, está Fuze Meeting, una aplicación licenciada que permite el intercambio de video en HD, imágenes y documentos, además de la posibilidad de adherir comentarios en las presentaciones hechas por los

⁹GRAU, Jordi.Reuniones virtuales: Adobe Connect y WebEx. 2007. P. 518 – 522.

¹⁰ANTUNEZ, Marco.Soluciones para realizar videoconferencias. 2011. P.: 87 – 89.

participantes de la sesión; es compatible con iPhone, iPad, Android, BlackBerry, PCyMac. También ofrece una versión gratuita a la cual se accede desde un navegador web.

Skype es la tercera herramienta que describe el autor en su artículo, siendo ésta una de las más populares debido a su carácter gratuito y de estar disponible para prácticamente todas las plataformas, cuenta con las mismas características de las 2 anteriores aplicaciones, pero posee mayor eficiencia operativa y respalda su uso en labores corporativas.

Tampoco se podría dejar pasar por alto el gran aporte que todo esto le brinda al teletrabajo, tal como Jimenez¹¹, centra su atención en el teletrabajo, una nueva forma de realizar las funciones de un empleo de forma remota con ayuda de herramientas tecnológicas pero con las mismas garantías de un trabajador que asiste común y corriente a la oficina, cumpliendo un horario, todo esto regulado ya por la ley Colombiana.

Enumera los grandes beneficios que ofrece el teletrabajo, tanto para la empresa como para el trabajador, como lo son la reducción de costos fijos, la descongestión de oficinas, la disminución del problema de movilidad ya que no tendría que desplazarse a la oficina, la motivación de los empleados al poder usar el tiempo de desplazamiento en labores familiares, además de la contribución al medio ambiente.

Este nuevo enfoque de trabajo hace que el desempeño de un trabajador ya no se vea medido por su cumplimiento de horario laboral y actividades rutinarias, sino que permite que el empleo se oriente al cumplimiento de metas y entrega de productos, algo que seguramente redundará en mejores resultados y tendrá a ambas partes satisfechas y motivadas.

¹¹JIMÉNEZ MORENO, Rafael. Cuando trabajar es más importante que asistir. 2011 P. 84 – 86.

En la actualidad el papel que tienen las telecomunicaciones a nivel comercial ha sido fundamental para la mejora de la calidad de vida, los lugares en donde se ha visto progreso, han sido aquellos en donde hay conexión mientras que en donde no existe cobertura a internet quedan sin oportunidad de progresar al mismo nivel.

La red de Voz sobre IP es una idea sencilla para convertir la señal análoga en información digital por lo que es necesario recurrir a tecnología nueva y unirla con la existente. VoIP (Voiceover IP) tiene varias formas de nombrarse pero todas significan lo mismo como José Carballar dice *“es un servicio que permite la transmisión de la voz utilizando la red de internet”*.¹² La señal análoga varía en el tiempo, por ejemplo la voz va cambiando y es enviada tal cual para convertirse en una señal eléctrica analógica hasta el otro extremo en el que vuelve a ser una onda sonora. La señal digital varía en forma discreta tiene un rango limitado de variaciones y cambia de uno en uno según la señal puede ser en bits de 0 y 1.

Según el artículo “comunicaciones unificadas, voz sobre ip”,¹³ la base de las comunicaciones unificadas se da en la telefonía de voz sobre IP, la cual junto con internet han constituido una parte importante en las empresas, permitiendo tener video conferencias y conferencias en línea por lo que ya no es necesario desplazarse a otros lugares para estar en contacto y en comunicación. Algunas ventajas que ofrece el servicio de VoIP es reducción de gastos, actualización de los sistemas telefónicos de acuerdo a las necesidades de cada usuario, conexión con los clientes, utiliza una red de voz y datos lo que simplifica la interacción con la red.

Un beneficio que se tiene al utilizar sistemas de VoIP es que se pueden recibir una o varias llamadas desde un solo dispositivo o desde varios para comodidad de quien recibe la llamada pues va a estar en contacto siempre, esta es una gran ventaja que no se puede tener con la telefonía tradicional por lo que es muy útil estar a la vanguardia de la tecnología. Además de las ventajas que tiene el servicio de VoIP se encuentra la calidad

¹² CARBALLAR, José. VoIP: la telefonía de Internet. ITES paraninfo. P.1 - 15.

¹³ Comunicaciones Unificadas, Voz sobre IP. {En línea}. {04 junio de 2014} disponible en: (http://www.cisco.com/web/ES/solutions/es/voice_over_ip/index.html).

del servicio y la seguridad que juegan un papel importante en la comunicación, muchas empresas utilizan la red pública para comunicarse pero algunas lo hacen con la red privada esto ya que se proporciona seguridad y mejor calidad de servicio de internet.

Como dice Booth¹⁴, Aunque hoy en día la tecnología apunta a tener sistemas de VoIP, existen muchos lugares, empresas y personas que no conocen de ese tema tan fascinante que crece cada vez con fuerza y mayor calidad. El uso de redes de acceso como que utiliza fibra óptica para la transmisión es lo que se está haciendo más fuerte en estos tiempos, debido a que la demanda de usuarios y servicios es cada vez mayor, está creciendo el número de personas que acceden a internet y así mismo se están necesitando nuevas aplicaciones que soporten todos estos servicios, la flexibilidad de las redes debe ser mucho mayor que hace un par de años, las revisiones y procesos de seguridad, calidad, flexibilidad, factor de crecimiento, capacidad de expansión, participación de la red virtual, desarrollo de sistemas on-line, hacen que la red se convierta en una red multiservicios que debe soportar cantidades grandes anchos de banda, mas memoria en los equipos, calidad en los sistemas Cloud.

A nivel organizacional las empresas deben tener redes internas que permitan mejorar la calidad y funcionamiento de las herramientas esenciales para cada usuario, ya que la base de una buena comunicación es que haya entendimiento, colaboración, retroalimentación, que las normas que se apliquen sean las correctas y se tenga un lenguaje determinado de comunicación. En las organizaciones muchas veces no se tienen en cuenta esas cosas y es por ello que se generan problemas grades de seguridad.

Como dice James¹⁵, Generalmente los problemas más graves atacan directamente a las centrales de PBX que es en donde se controlan todas las salidas IP, por esto se tendría

¹⁴ BOOTH, Char. Chapter 3: VoIP in Professional Communication, Collaboration, and Development. Library Technology Reports 46, Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text, EBSCOhost. 5 ed, 2010.

¹⁵ JAMES, F y JOHN, W. 7 - VoIP Security Risks, In Voice over Internet Protocol (VoIP) Security, edited by James F. Ransome and John W. Rittinghouse, Digital Press, Burlington, 2005. P. 181-233, ISBN 9781555583323.

que suponer que es en donde debe haber mayor seguridad, para que los ataques no sobrepasen esa barrera. Un error que cometen las empresas que adquieren el servicio o que lo brindan es suponer que los usuarios van a tomar medidas de seguridad pertinentes para un ataque de red.

Como dice Naeem¹⁶, La garantía de tener una calidad de servicio adecuada permite a los usuarios y clientes mayor fiabilidad al adquirir un servicio, pues hoy en día el problema de inseguridad se convierte en un tema muy amplio que se debe minimizar para generar confianza y satisfacción del servicio y de las nuevas tecnologías que empieza a surgir.

Las redes IP tienen muchos retos que se deben evaluar para lograr que la calidad de servicio y la interconexión con las redes se conviertan en una realidad, sin problemas de vulnerabilidad, examinar de forma detallada los problemas que se pueden generar a partir de una mala calidad de servicio y calidad de seguridad.

Tener una calidad de servicio adecuada permite a los usuarios y clientes mayor fiabilidad al adquirir un servicio, pues hoy en día el problema de inseguridad se convierte en un tema muy amplio que se debe minimizar para generar confianza y satisfacción del servicio y de las nuevas tecnologías que empieza a surgir.

Como dice James¹⁷, existen varias causas que pueden generar inseguridad, como las fallas humanas, estos riesgos son significativos ya que el descuido de una persona en la seguridad de la red puede ocasionar diversas situaciones que alteran el proceso normal de funcionamiento en la red.

El fraude telefónico o el uso autorizado de las telecomunicaciones por un tercero, es muy

¹⁶ NAEEM, *et al.* QoS Guarantee for VOIP over Wireless LANs." International Journal Of Hybrid Information Technology. Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text, EBSCOhost, 6 ed, 2013.

¹⁷ JAMES, F y JOHN, W. Op. cit., p. 19

utilizado en las empresas y es un agravante para la seguridad ya que por estos se puede tener la pérdida completa de un negocio.

Cuando se tiene un fácil acceso a la red normalmente se da en redes públicas conmutadas en donde no es necesario tener un aparato físico conectado. Servicios de uso y abuso, los titulares en los medios indican que muchas veces las vulnerabilidades en la red aparecen por los abusos de las mismas personas que usan el servicio, es por ello que hay que tener mucho cuidado con dejar sesiones abiertas, utilizar mal la red o descargar algún archivo virus.

Como dice Jackson ¹⁸, Un sistema de VoIP debe cumplir con los requisitos de disponibilidad del servicio, algunas amenazas DoS que atentan contra la disponibilidad de este servicio son: TLS connection reset, que impide la comunicación entre el teléfono y el servidor, ataque repetido a los paquetes de datos en el cual se capturan y reenvían fuera de manera asíncrona los paquetes VoIP a los destinos creando retrasos y pérdida de información, entunelamiento de datos que consiste en crear una nueva forma de modem no autorizado y así puede ser utilizado para eludir y ocultar la existencia de las conexiones de datos no autorizados, entre otros que pueden ser ataque de modificación QoS, inyección de paquete VoIP, DoS contra servicios complementarios, paquete de control de inundaciones, DoS inalámbrico, falso mensaje DoS, paquete inválido DoS, implementación de protocolo por VoIPDoS, paquete de la muerte DoS, inundación de IP telefónica DoS.

En el artículo Amenazas para los sistemas de comunicación por VoIP, Jackson B tiene claro que “Los ataques DoS (Denial of Service) pueden afectar cualquier servicio de red basado en IP, existiendo diferentes clases de ataques”¹⁹, uno puede ser el DoS que consiste en que los paquetes pueden ser inundados en la red de destino a partir de múltiples fuentes externas, otro caso puede ser cuando los dispositivos dentro de la red interna son el blanco de una inundación de paquetes para que fallen sacando partes

¹⁸JACKSON, B *et al.* Chapter 7 - Threats to VoIP Communications Systems, In Asterisk Hacking, edited by Benjamin Jackson, Champ Clark III, Larry Chaffin and Johnny Long, Syngress, Burlington, 2007. P. 225-244, ISBN 9781597491518.

¹⁹Ibid.p.21

relacionadas de la infraestructura con ellos. Estos ataques son efectivos contra servicios de VoIP en tiempo real. Dentro de las consecuencias de estos ataques puede estar la inhabilitación parcial o permanente del servicio, bloqueo para llamadas de emergencia, anulación del buzón de voz, entre otras. Para defenderse de estos ataques se emplean métodos como segregación lógica de dominios de red en compartimentos separados donde cada una es relativamente inmune a las fallas en el otro, limitar el número de registros que aceptará por minuto para una dirección en particular, asegurar que los teléfonos y servidores IP se actualizan a la última versión estable y liberación.

Aunque la transmisión se puede hacer para voz y datos, la voz requiere un tratamiento especial dado que la pérdida de un paquete puede generar una mala comunicación entre dos personas por lo que se considera que se debe volver a transmitir el mensaje, en el caso de los datos puede ir desordenado en la red y llegar un paquete primero que el otro y el receptor no lo notará ya que no es en tiempo real mientras que la voz sí lo es.

Como dice José Carballar²⁰, ISDN (Integrated Services Digital Network) es una red completamente digital, permite la transmisión de datos a 128Kbps, hoy en día ha quedado reducida al establecimiento de videoconferencias y como acceso a internet cuando no se dispone de banda ancha. Para que se realice la comunicación por IP se requiere un computador, un teléfono IP y un teléfono tradicional con un adaptador IP; el primero debe contar con un micrófono para reproducir la voz, un softphone para la digitalización y codificación; el segundo es similar a un teléfono tradicional pero se incorporan diferentes elementos para convertir la voz en información IP y el tercero se realizan las conversiones a IP.

La tecnología de VoIP se implementó para reducir costos en las llamadas con la utilización del ancho de banda comprimido. Según el artículo comunicaciones unificadas, voz sobre IP ²¹, en la actualidad las redes de VoIP se presentan en las redes LAN o en internet haciendo del computador un sistema de comunicación al añadirle un micrófono y

²⁰CARBALLAR, José. Op. cit., p 21

²¹Comunicaciones Unificadas, Voz sobre IP. Op. cit., p 21

auriculares, los sistemas de voz sobre IP pasan de redes IP y redes telefónicas tradicionales.

Es importante reconocer las tendencias e innovaciones que han surgido en la tecnología ya que el mundo avanza cada día con más fuerza y es necesario conocer hacia qué dirección va, muchas empresas requiere de la reducción de costos en las llamadas telefónicas que hacen dentro de la misma y con las sedes que se pueden tener, es por ello que la implementación de redes de VoIP es una solución a dicho inconveniente.

Según Booth²², A nivel profesional las redes IP permiten tener mayor comunicación entre los usuarios de la empresa, ya que las llamadas son ilimitadas y sin costos adicionales, en la empresa se reducen costos de mantenimiento, lo que hace más efectivo el servicio.

Según James F y John W ²³, El funcionamiento de VoIP es transportar voz empaquetada a través de la red de área local LAN, permitiendo a ésta, acceder a todas las vulnerabilidades que tiene una red, todo esto se da debido a que la mayoría de los dispositivos de la red IP no están diseñados para que se transmita voz, el tema de la seguridad se vuelve entonces un punto a tener en cuenta en el diseño de las redes y en las nuevas tecnologías que están surgiendo.

Proteger las redes de los posibles ataques que se pueden tener se convierte en un requerimiento adicional para estudiar pues muchas organizaciones implementan sistemas de telefonía IP sin tener en cuenta los problemas que aqueja la red y este descuido puede llevar a tener consecuencias costosas y no solo por el costo de rediseño de una red sino por la pérdida de la información que es lo más valioso en una organización.

Para James F y John W ²⁴ “Conocer los posibles ataques que se pueden generar, ayuda en la mitigación de posibles violaciones a la red lo que permite que tecnologías como la de VoIP aumente la seguridad y así se crea conciencia en las organizaciones para reducir los riesgos de ataques que se pueden prevenir”.

²²BOOTH, Char. Op. cit., p. 19

²³JAMES, F y JOHN, W. Op. cit., p. 19

²⁴Ibid.p. 23

El uso de los sistemas IP según Naem²⁵, ha sido muy fuerte durante los últimos tiempos, se han generado diferentes técnicas que permiten que las redes IP puedan transmitir voz, mediante las redes LAN inalámbrica (WLAN) que sea convertido en una red robusta ya que combina diferentes técnicas para el crecimiento de la tecnología en todo el mundo. Se tienen entonces voz sobre WLAN que será una infraestructura para proporcionar servicios de voz inalámbricos de bajo costo con una calidad de servicio mayor que se enfrenta a innumerables retos para la mejora del servicio.

Como define Naem: “Para proporcionar calidad de servicio se debe tener en cuenta tres aspectos que generalmente se presentan en la red como es garantizar la latencia (de extremo a extremo del retardo de paquetes), la demora jitter (variación del retardo), la pérdida de paquetes”²⁶. Estos aspectos influyen en la transmisión de información de una manera significativa, se debe tener en cuenta las normas que se aplican en servicios multimedia como la IEEE802.11 WLAN, la utilización de sistemas de gestión con prioridad de encolamiento, las direcciones MAC, paquetes, tráfico e tiempo real.

Para Montoto P²⁷, La tecnología de VoIP se ha convertido en una tecnología muy popular en los últimos tiempos su desarrollo ha permitido un cambio significativo en la forma en que se dan las comunicaciones, las tecnologías nuevas llevan a crear nuevos protocolos o modificación de los existentes y diferentes normas, por ello es importante ver las funciones y el objetivo al cual se quiere llegar. El análisis del rendimiento de los protocolos de señalización y los codecs para llamadas de voz se puede entender mediante pruebas reales basadas en Asterisk. Montoro P y Casilari E definen que: “Asterisk, ha desempeñado un papel muy importante en la popularización y el desarrollo de la VoIP” se crea un soporte para cubrir las necesidades de interoperabilidad entre Asterisk y VoIP. Se crea la necesidad de tener una red de prueba para entender el funcionamiento del servicio de Asterisk para tener VoIP y revisar los resultados de los trabajos realizados, El diagrama funcional del sistema desplegado para el estudio, incluye tres componentes: un Servidor de Asterisk (la unidad en observación), generador de llamada (para que las

²⁵NAEEM. Op. cit., p. 20

²⁶Ibid.p. 24

²⁷MONTORO, P y CASILARI, E. "A Comparative Study of VoIP Standards with Asterisk," Digital Telecommunications, 2009.ICDT '09. Fourth International Conferenceon, 2009. P. 1- 6, 20-25 July.

llamadas sean enviadas a Asterisk), y un Monitor Server (que supervisa el servidor Asterisk). La interconexión de estos tres elementos se realiza a través de dos interfaces Ethernet diferentes. Las llamadas se envían primero a través de una interface, que sólo apoyará los flujos de VoIP. El equipo de vigilancia está conectado al mismo conmutador a la otra interface Ethernet

Según Goel S ²⁸, Para que las personas nos podamos entender debe haber un sistema de código, como el lenguaje en el que conociendo las normas y formas de cada lengua se da la comunicación con personas que hablen la misma lengua, en las comunicaciones pasa lo mismo, para que un sistema receptor entienda lo que le transmite el emisor este debe hablar el mismo idioma, en este caso debe estar con el mismo código. Las comunicaciones escritas se dan de forma diferente que las habladas, viéndolo desde el punto de vista de la red, se deben hacer procesos diferentes, con capturas diferentes y en tiempos diferentes; para que la comunicación de voz se dé, esta debe hacerse e tiempo real es decir que si un paquete se pierde la comunicación no se va a dar y más bien habrá una mala comunicación, en los mensajes de texto o correos electrónicos no es en tiempo real por lo que si un paquete se demora o llega mal, el usuario no lo va a notar al final cuando llegue el mensaje completo, lo que quiere decir que es transparente al usuario.

Desde que se dio a conocer la red pública conmutada (PSTN) las comunicaciones se han movido de forma grandiosa, según Lu Tian²⁹, con el crecimiento de internet en los últimos tiempos se ha podido observar el cambio en el desarrollo del establecimiento de una llamada y el transporte de medios, ya que con la llegada de VoIP se permiten realizar llamadas utilizando la red IP.

El constante crecimiento de la tecnología de las telecomunicaciones, permite que esta red sea soportada por medios como el cable o la fibra sin ningún inconveniente, esto se puede ver reflejado en países como Japón o Francia que desde el 2010 el 37% y el 36% de la telefonía están conectadas por la tecnología IP.

²⁸GOEL, S, *et al.* "ASR System Integration with Asterisk for SIP or IAX Softphone Clients," Computer Science and Information Technology - Spring Conference, 2009.IACSITSC '09. International Association of , 2009. P. 100 - 104, 17-20 April.

²⁹LU Tian, *et al.* "Study of SIP protocol through VoIP solution of "Asterisk"," Mobile Congress (GMC), 2011 Global , 2011. P 1-5,, 17-18 Oct.

En la definición de Lu Tian³⁰: “Asterisk combina más de un siglo del conocimiento de la telefonía en un conjunto robusto de aplicaciones de telecomunicaciones estrechamente integradas” se nota el despliegue que ha tenido la herramienta tanto para las personas como las empresas utilizando VoIP, además ha sido de gran ayuda para el crecimiento de la tecnología que es un tema muy interesante en el que aún faltan explorar muchas cosas dentro de las cuales están el crear y desplegar una amplia gama de aplicaciones y servicios, incluyendo la telefonía IP PBXs, gateways VoIP, call center ACD (Automatic Call Distribution) y la respuesta de voz interactiva de Sistemas IVR (Interactive Voice Response).

Según Goel S³¹, La captura de la voz es muy importante para un sistema de comunicación, se deben tomar diferentes características de una secuencia de fonética, los servicios de VoIP tienen esta capacidad de permitir las llamadas a bajo costo utilizando smartphones y obtener automáticamente la respuesta a través de ASR.

Para Siam T³², Aplicaciones de VoIP se están volviendo cada vez más reconocidas y utilizadas, ya que se está generando una gran cantidad de tráfico por lo que los problemas de calidad de servicio y seguridad están en los ojos de los expertos. Las conexiones de VoIP normalmente se abren entre clientes VoIP o servidores VoIP, por lo general el tráfico de VoIP es transportado por UDP y el tráfico de señalización por TCP.

Algunos ejemplos notables de VoIP son GTalk, Google + Hangout, Asterisk basada en VoIP y Face Time de Apple, se utilizan diferentes protocolos de comunicación como RTP y RTCP con la excepción de Skype que utiliza protocolos propietarios. El software Skype tiene arquitectura P2P en la que se utiliza cifrado de extremo a extremo y técnicas que luchan contra la ingeniería inversa para evitar problemas de robo de datos dentro de la red.

³⁰LU Tian. Op. cit., p. 25

³¹GOEL, S. Op. cit., p. 25

³²SINAM, T, *et al.* A technique for classification of VoIP flows in UDP media streams using VoIP signalling traffic. Advance Computing Conference (IACC), 2014 IEEE International, 2014. P.354-359, 21-22 Feb

Según Lu Tian³³, En una conferencia es muy importante tener en cuenta los asistentes y las conexiones que deben tener para iniciar la llamada con Asterisk, según la cantidad de personas se configuran las extensiones, además en el protocolo SIP para el establecimiento de la llamada se envían registro y el numero IP para que el servidor 2 conteste con una autorización y se establece la comunicación.

Real Time Protocole (RTP) proporciona servicios end-to-end en los que se debe tener en cuenta las conexiones con el protocolo SIP (SessionInitiationProtocol) para que vaya a través de internet, RTP es descrito en un protocolo SDP (SessionDescriptionPotocol) que es para la transmisión de medios de comunicación, transporte, direcciones y otros datos de descripción de sesión.

RTP Control Protocol (RTCP) se utiliza para el envío periódico de paquetes de control a todos los participantes de una sesión RTP, su tarea principal es proporcionar información sobre la calidad de la conexión, como describe Siam, T “RTCP se usa generalmente junto con RTP proporcionar información y estadísticas de control, tales como la calidad de transmisión, jitter y las estadísticas de pérdida de paquetes”³⁴

Aunque el uso de internet ha avanzado y está creciendo cada día más, según Wahab A³⁵, en Indonesia se está dando un fenómeno particular, el internet está siendo muy utilizado para enviar correos electrónicos, mensajes de texto y búsquedas en línea, pero la utilización de sistemas de VoIP es baja. El uso de las aplicaciones de VoIP aún tienen gran controversia entre los usuarios, uno de los problemas que se generan es la seguridad y calidad en las video llamadas, esto ocurre debido a que no existe un proveedor de servicio que garantice la calidad y la seguridad de la información.

³³LU Tian. Op. cit., p. 25

³⁴SINAM, T. Op. cit., p. 26

³⁵WAHAB, A, *et al*, "Performance analysis of VoIP client with integrated encryption module," Communications, Signal Processing, and their Applications (ICCSPA), 2013 1st International Conference on , 2013. P. 1-6, p, 12-14 Feb.

Se hace importante generar módulos de integración de servicios los cuales permitan a los usuarios tener seguridad en sus mensajes y en la calidad de las llamadas pues la señal es mala y se generan muchos inconvenientes a raíz de este fenómeno.

Como describe Sinam T, “Skype utiliza el cifrado de extremo a extremo, utiliza encriptación en contra de la ingeniería inversa y encripta todas las comunicaciones, aunque la cabecera de inicio se deja sin cifrar que hacen parte de los 3 primeros bytes llamados SoM”³⁶, este es un problema que se debe solucionar.

Para ello se tiene la solución en una serie de tablas aplicadas para los umbrales, se debe ver la cantidad de tráfico existente en la red además de los umbrales de detección de RTP, algunos son muy altos y otros muy bajos, así que se deben manejar de forma correcta estos flujos. Para identificarlos de forma correcta se utilizan los protocolos locales de detección y tráfico multidifusión

La aplicación cliente VoIP utilizado es Sipdroid (Cliente de VoIP que se ejecuta en el sistema operativo Android). Los métodos de cifrado utilizados son AES, DES y RC4.

Como define Wahab A: “La solución es integrar Sipdroid con el módulo de encriptación, teniendo el payload de RTP en el que se seleccionan los métodos de cifrado AES, DES y RC4; se va a UDP para permitir la transmisión de paquetes en la red IP”³⁷. Se utiliza un test bed para la comunicación entre dos Smartphone de Android en la red WLAN generando la comunicación.

³⁶SINAM, T. Op. cit., p. 25

³⁷WAHAB, A. Op. cit., p. 27

Según MacDonald A³⁸, Los diferentes operadores de red tienen el reto de utilizar la red IMS (Sistema Multimedia IP) para el funcionamiento de sus servicios, este proceso requiere de la migración de la tecnología, lo cual se debe hacer poco a poco, pero según la demanda que tengan los clientes y de forma transparente, es decir que las personas clientes no van a notar esta migración hasta que se tenga implementado el servicio, con la mejora de calidad y rapidez. El uso de la red IMS es muy importante para generar una comunicación exitosa con otras infraestructuras de red.

Como dice Agrawal A “La expansión de los servicios de VOIP han traído nuevos retos en comunicación que requieren medidas de seguridad adicionales para las redes corporativas”³⁹ se requiere del registro y reconocimiento de las sesiones de VOIP entre redes LAN corporativas y el internet, sin embargo se encuentran dificultades al momento de obtener compatibilidad entre las compulsiones de VOIP y los estándares RFC dificultando el seguimiento de flujo de llamadas.

Según Agrawal A⁴⁰, El protocolo VOIP emplea un protocolo de señalización para control de llamadas para el cual se utiliza SIP (Session Initiation Protocol) y otro protocolo de transferencia de medios para transmisión de voz en el cual se utiliza RTP (Real Time-Transport Protocol). La dificultad en el seguimiento de flujo de llamadas es el mecanismo de traducción de direcciones de red (NAT) en los caminos de una red LAN, entonces lo que se propone es un mecanismo de seguimiento de sesión para manejar un entorno de múltiples protocolos distribuidos, mediante un algoritmo en el cual no se necesita información previa sobre el cliente, se adquieren datos de Gateway de ambos extremos y mediante la asignación de identificadores y un servidor Asterisk (el cual tiene registrados los clientes de la llamada y está configurado como servidor SIP en el dominio público) se obtienen los paquetes de datos direccionados desde una IP pública que era desconocida

³⁸MacDonald, A.; Cartas, R y Incera, J. Asterisk as a Public Switched Telephone Network Gateway for an IMS test bed, Telecommunications (ICT), 2010 IEEE 17th International Conference on, 2010. P. 594-599, 4-7 April.

³⁹AGRAWAL, A.; Kumar, K.R.P. y Athithan, G. SIP/RTP session analysis and tracking for VoIP logging. Networks, 2008. ICON 2008. 16th IEEE International Conference on, 2008. P. 1-5, 12-14 Dec.

⁴⁰Ibil., p. 29

al inicio de la comunicación. Actualmente las redes IP utilizan NAT para la superación de las limitaciones de direccionamiento IPV4, donde ambos extremos interactúan a través de sus URLs y la información de los puertos de comunicación (RTP) se intercambia como cargas de los paquetes SIP. En el caso de flujo de llamadas SIP con presencia de puertas de enlace NAT los clientes pueden estar detrás de ninguna, una o múltiples puertas de enlace NAT pudiéndose presentar diferentes situaciones como que uno de los usuarios tenga una puerta de enlace NAT y el otro ninguna o múltiples y una sola respectivamente y a su vez los identificadores de IP pueden ser públicos o privados. Se han presentado algunas soluciones para el direccionamiento NAT de los flujos de llamada como ALG, la gestión de respuesta simétrica, RTP simétrica, STUN, TURN y demás, se establece además que una sesión SIP tiene una sesión RTP asociada a menos que la llamada se cancele o termine.

Según Jackson B⁴¹, La introducción de datos y voz en un mismo medio físico ha traído retos en seguridad para los ingenieros en seguridad de redes estando vulnerable toda la red ante un posible ataque, es necesario realizar una planificación, análisis y comprensión de la estructura que compone una red de VoIP para asegurar la misma. Se encuentran 4 falencias destacables dentro del sistema de comunicación por VoIP que son la Infraestructura, Sistema operativo subyacente, Configuración y Nivel de aplicación bien sea por ataques directos a la red (hardware y software) o por problemas de tráfico o superposición de información.

Para enfrentar estas amenazas aparece el protocolo ARP, el cual es un método empleado para encriptar la dirección IP presente en la capa 3 hacia el hardware MAC en la capa 2. También están los protocolos ND e ICMP. Existen ataques contra este protocolo ARP como lo es la burla ARP o en inglés ARP Proofing, secuestro y envenenamiento de la caché ARP son métodos para interrumpir el proceso normal de ARP interceptando los host de destino y atacando con herramientas de libre acceso tales como ettercap, Caín, y dsniff, un dispositivo de IP maligno puede burlar un dispositivo IP normal al enviar ARP no solicitado y responde a un host de destino, trayendo consecuencias drásticas para el

⁴¹ JACKSON B. Op. cit., p. 21

⁴² lbil., p. 30

tráfico de VoIP. Con el fin de limitar los daños debidos a la manipulación ARP, los administradores deben implementar herramientas de software que monitorean la dirección MAC para asignaciones de direcciones IP.

Según Agrawal A⁴³, Para casos de compatibilidad con RFC, la sesión SIP es identificada por un identificador del llamante, un puerto de origen de medios, un puerto de destino de medios, una IP de origen de medios y una IP de destino de medios, estos cinco llamados como identificador completo CI el cual es indexado a la sesión SIP, de esta manera los medios de información se puede extraer sólo de los paquetes de señalización. Secuencialmente se identifica la llamada de iniciación, se extrae el identificador, la IP de origen y el puerto de origen de medios, se crea una entrada para la sesión SIP, luego se extrae el IP de destino y el Puerto de destino de medios, enseguida se identifican los paquetes de medios y finalmente se espera la finalización de la sesión.

Según MacDonald A⁴⁴, La necesidad de tener una puerta de enlace RTC dentro de IMS debe garantizar la adopción de nuevas tecnologías futuras, con una infraestructura adecuada para el operador actual. Aunque parece ser una tarea muy sencilla la incompatibilidad derivada de la aplicación no estandarizada de SIP dada por IMS dificulta esta tarea.

La definición de las rutas de los servicios es una parte importante que se debe tener en cuenta y también genera dificultades, el problema surge por las configuraciones de la IMS con la arquitectura del servicio, los componentes de las puertas de enlace para los servicios de las aplicaciones.

Según Agrawal A⁴⁵, Respecto a los identificadores de sesión SIP en situaciones NAT, si el llamante está detrás de un Gateway NAT, el puerto y la IP de origen de medios faltan al cierre del destinatario de la llamada y cuando el destinatario de la llamada está detrás de

⁴³ AGRAWAL A. Op. cit., p. 29

⁴⁴ MACDONALD A. Op. cit., p. 29

⁴⁵ AGRAWAL A. Op. cit., p. 29

un Gateway NAT, la IP y puerto de destino de medios están desaparecidos en el extremo del llamante. Para direccionar esta situación se incluyen identificadores adicionales para el seguimiento que son IP del llamante y el IP del remitente, puerto de carga RTP y puerto de remitente RTP y se asigna cada uno de estos identificadores al algoritmo para finalmente conocer los datos de los Gateway y entablar una conexión segura. Se propone el mecanismo para derivar el identificador de sesión completa (IC) de los paquetes disponibles en diferentes etapas de la llamada. A la persona que llama y al destinatario de la llamada se realiza un seguimiento por el Call-ID única para la identificación de la sesión SIP, de esta manera el algoritmo para seguimiento de una llamada por VoIP para información parcial sería:

1. Identificar paquete de iniciación de llamada SIP.
2. Crear una entrada para la sesión SIP # con ID de llamada y extraer los parámetros de medios del paquete invitado.
3. Crear RTP # 1 de IP del llamante y el puerto de origen de medios (para un camino de mapeo).
4. Espera la respuesta del llamante.
5. Identificar la respuesta (200 OK) del llamante.
6. Extraer IP de destino de medios y puerto de destino de medios y crear RTP # 2 con IP de destino de medios y el puerto de destino de medios (para el mapeo en un solo sentido).
7. Identificar el paquete de medios y asociarlo con RTP # 1 o # 2.
8. Obtener un parámetro vía de retorno de primer paquete de medios de comunicación para obtener la cartografía vía de retorno.
9. Descartar el nodo no asociado RTP #.
10. Esperar finalización de la sesión.

Como describe Agrawal A “la forma de NAT desplegado no necesita ninguna modificación al algoritmo debido a que estamos obteniendo información verídica de un solo lado, lo cual es suficiente para realizar el seguimiento de una sesión completamente”⁴⁶. Mediante el mantenimiento de duplicar las plantillas de RTP para IP pública y privada durante el establecimiento de llamada y el bloqueo adecuado después de iniciarse la comunicación

⁴⁶AGRAWAL A. Op. cit., p. 29

mediática es posible realizar el seguimiento de sesiones de VoIP.

El reconocimiento de voz según Goel S ⁴⁷, juega un papel importante en las soluciones de Asterisk utilizando HTK Toolkit, el conocimiento de la arquitectura de Asterisk y el modelado reconocedor de voz hacen parte fundamental para tener la integración de sistemas ASR. Asterisk puede operar como PBX, VoIP así como sistema de correo de voz, ofrece diferentes opciones que permiten la flexibilidad en la red, su flexibilidad permite que se utilicen teléfonos tradicionales y se le adicione un modulo de Asterisk para la red IP, se puede tener diferentes extensiones o ampliarlas, maneja diferentes idiomas, capaz de comunicarse por cualquier sistema de flujos estándares o por TCP.

Asterisk tiene una forma interesante de alternar sistemas tradicionales de conmutación telefónica con los actuales de VoIP. Goel S define: “La flexibilidad de Asterisk viene de las aplicaciones como los codecs, el canal conductor, los formatos de archivo y otras instalaciones interacción con el varias interfaces de programación que permite un desarrollo abierto de nuevas aplicaciones para satisfacer las necesidades únicas según la situación”⁴⁸

Las redes IP tienen muchos retos que se deben evaluar para lograr que la calidad deservicio y la interconexión con las redes se conviertan una realidad sin problemas de vulnerabilidad, examinar de forma detallada los problemas que se pueden generar a partir de una mala calidad de servicio y calidad de seguridad.

Según Thomas P⁴⁹, Una PBX Asterisk desempeña un papel fundamental en la cotidianidad de las comunicaciones y de múltiples formas contribuye al intercambio de información moderna, la comprensión de la función y el proceso de la central conmutada es esencial para asegurar el éxito de la misma. Una PBX reduce el número de bucles

⁴⁷GOEL S. Op. cit., p. 25

⁴⁸Ibil, p. 33

⁴⁹Thomas Porter, *et al.* Chapter 2 - Asterisk Configuration and Features, In Practical VoIP Security, 2006.P. 23-58

locales necesarios desde el conmutador central, mantiene la información de enrutamiento de las líneas telefónicas de los clientes y enruta las llamadas en consecuencia, posee como limitante como su nombre bien lo dice que es aplicable solo a una empresa y cabe resaltar que el enrutamiento de una PBX no se debe confundir con los protocolos de enrutamiento de datos. La razón por la cual se encuentran las PBX actualmente en los sistemas de telefonía es por su capacidad para adaptarse a los mercados emergentes y las necesidades siempre cambiantes de los consumidores y hoy en día es compatible con la tecnología de VoIP emergente y las altas velocidades de transmisión utilizadas.

La red de telefonía de voz sobre IP como ya se ha mencionado es una tecnología que como dice Anderruthy J⁵⁰, permite la comunicación por cualquier red que permita IP, estos datos se vinculan directamente con TCP/IP y viajan por la red de UDP, permitiendo el encapsulamiento y des encapsulamiento de los datos al inicio y final de la comunicación, la ventaja principal que tienen las redes de VoIP es que se puede hablar desde ordenadores los cuales estén correctamente equipados, lo cual crea reducción de costos en el gasto de sistemas telefónicos de más.

Las telecomunicaciones han crecido a velocidades exponenciales logrando que los servicios de internet sean parte fundamental del desarrollo tecnológico y a su vez se vuelven más necesarios para la comunicación entre las personas, no solo por medio del correo electrónico o te texto. Como expresa Imran A⁵¹, La comunicación por internet ya se está dando con servicios de VoIP, teniendo algunos servidores que hacen posible esta comunicación por la red IP como Asterisk se pueden tener muchas ventajas a nivel empresarial y personal en donde la utilización de la red IP hace que se tenga la ayuda de protocolos de internet como SIP los cuales permiten navegar y enviar paquetes de voz.

⁵⁰ANDERRUTHY, Jean-Noël. Skype y telefonía IP: llama gratis por internet: Ediciones ENI, 2007.

⁵¹IMRAN, A; QADEER, M y KHAN M. "Asterisk VoIP private branch exchange," Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies, 2009.IMPACT '09. International , 2009. P 217-220, 14-16 March

IMRAN A presenta la siguiente definición: “La idea es utilizar la Internet como una red telefónica con algunos capacidades adicionales”⁵², pues además de la utilización de la red de IP para enviar paquetes de voz de forma más rápida y efectiva que la red tradicional, también se puede hablar con más de una sola persona a la vez.

Como describe Thomas Porter⁵³, El desarrollo de las PBX se ha marcado en 4 etapas, desde la conmutación telefónica, pasando por la analógica hasta la actual y aun en desarrollo cuarta etapa desde 1999 que se basa en el empleo del protocolo de internet IP para sus métodos de señalización el cual es el más empleado para redes LAN y WAN. La señalización digital ofrece mejoramiento en los métodos empleados para el transporte de señales de audio a través del espacio – tiempo. A través de los métodos binarios digitales se pueden ofrecer más funciones que pueden ser transmitidas a los usuarios finales desde el PBX.

Según Thomas Porter⁵⁴, Una evolución dentro de la última generación es la introducción de VoIP en una central PBX que ha producido un aumento en la capacidad de usuarios, y permitiendo la conexión con cualquier equipo o dispositivo enlazado a IP en el mundo, entra entonces la comparación entre los PBX habilitados para VoIP y los PBX digitales tradicionales. Asterisk es una PBX habilitada para IP que incorpora tecnología de VoIP, “es un software que ejecuta un sistema PBX que está libremente disponible para cualquier persona bajo Licencia Pública General GNU (GPL). Asterisk se puede instalar y ejecutar en una variedad de diferentes sistemas operativos (OS) como Linux, BSD y Mac OS X. Algunas de las características de Asterisk incluyen conferencias de llamadas, monitoreo de llamadas, desvío de llamadas, Llamada de estacionamiento, enrutamiento de llamadas, llamadas identificación, bloqueo del identificador de llamadas, tarjetas de llamadas, E911, IVR, música en espera, correo de voz, y muchos más” además soportado en programas que permiten que los sistemas PBX ofrezcan un mayor apoyo global.

⁵²IMRAN, A; QADEER, M y KHAN M. Op. cit., p. 34

⁵³THOMAS PORTER. Op. cit., p. 33

⁵⁴Ibid. p 35

Según Imran A ⁵⁵, En las empresas se utilizan PBX (Private Branch Exchange) es una red privada para la comunicación dentro de la organización, esta se ocupa de las comunicaciones de voz y datos mientras que VoIP utiliza el protocolo de internet para enviar cualquier dato por la red LAN para así transmitir los datos por IP. Asterisk es una PBX completa escrita en lenguaje C la cual tiene competencia con las redes tradicionales, Asterisk trabaja con protocolo TCP/IP, es una PBX con funciones mejoradas, hace la convergencia de voz, video, datos en una sola conexión, facilidad de añadir o eliminar extensiones adicionales y flexibilidad.

Según Anderruthy J ⁵⁶, Skype es un software de comunicación el cual puede ser gratuito o pago, según las preferencias va a tener menor o mayor seguridad respectivamente, la instalación de periféricos consta de diferentes pasos importantes para poder tener el desarrollo de la aplicación, dentro de las instalaciones del software se debe realizar la instalación de la webcam para la realización de las videoconferencias. Anderruthy, Jean-Noël nos presenta la siguiente definición: “Skype es un programa de propiedad privada que ofrece servicios de voz sobre IP”.⁵⁷ Cuando requiere seguridad y servicios más avanzados se requiere de una licencia, lo que hace que no sea un programa de uso libre, la tecnología que utiliza Skype es P2P para el funcionamiento de red Peer-to-Peer y voz sobre IP, la red de punto a punto hace que el ordenador haga las veces de cliente y usuario para alcanzar mayores velocidades en la conexión. Skype permite comunicaciones de voz, texto y video, por lo que hace del software una solución innovadora y amigable para el uso de cualquier persona, a nivel empresarial se tiene algunas reservas de uso ya que suele ser más comercial y gratuito.

Como dice Thomas Porter,⁵⁸ Al igual que un servidor físico, Asterisk cuenta con una interface Gateway para interacción entre el sistema PBX y los usuarios conectados, una interface de programación de la aplicación para mejorar el rendimiento y funcionalidad de las características, planos de marcación para enrutamiento que pueden combinar múltiples procedimientos de llamada y planos de numeración para identificar comandos

⁵⁵IMRAN, A.; QADEER, M.A.; KHAN, M. Op. cit., p. 30 ⁵⁶ANDERRUTHY, J. Op. cit., p. 34

⁵⁷Ibid. p. 36

⁵⁸THOMAS PORTER. Op. cit., p. 33

De números marcados por los usuarios que pueden ser internacional, nacional y privado. Respecto a la numeración se manejan escalas de numeración que permiten a una organización decidir la cantidad de números que va a necesitar y la cantidad apropiada de dígitos a emplear tanto en el presente como en el futuro. También se encuentran las extensiones basadas en DID (Marcado Interno Directo) que son los números asignados por compañías telefónicas.

Según Thomas Porter⁵⁹, Para el plan de marcación de Asterisk se basa en el archivo de configuración *extensions.conf*, que indica lo que se hace cuando un usuario final señala el PBX, es decir, poner música de espera o grabar una conversación digitando unos códigos predefinidos, hacer una conferencia, y a su vez este archivo de configuración comprende una serie de extensiones que permiten operar y ejecutar acciones bajo situaciones específicas. También se encuentra la función de facturación que por medio de análisis contables permite facturar correctamente y recolectar dinero para el sistema PBX y sus servicios de telefonía a través de un registro de servicios realizados como el que se ve en nuestra factura telefónica de celular o línea fija y con configuraciones diferentes para planes prepago y postpago.

El enrutamiento de las llamadas permite la conexión con el destino deseado, según Thomas Porter⁶⁰, el enrutamiento de estas llamadas se hace basado en costos, fecha, pérdida de datos, número fuente y demás. Asterisk PBX utiliza el protocolo para enrutamiento DUNDi (Distributed Universal Number Discovery) que es para descubrir de forma dinámica cómo llegar a los usuarios en toda la red VoIP. Entre las características de DUNDi se destacan:

- Apoya superponiendo varios planes de marcado entre los sistemas PBX definidas por el contexto privado
- Admite el uso compartido de los números E.164 entre los sistemas PBX y su base de ruta.

Entre otras características de Asterisk PBX encontramos llamada en espera, búsqueda de

⁵⁹THOMAS PORTER. Op. cit., p. 33

⁶⁰Ibid. p. 37

extensiones, música de fondo, conferencias, grabación de conversaciones, línea ocupada, transferencia de llamadas, buzón de voz, entre otras. Finalmente se puede decir que la incorporación de VoIP ha traído beneficios funcionales como la reducción de costos y el incremento de movilidad, modos de enrutamiento, aplicación de estándares pero también cuenta con ciertas desventajas tales como dependencia de la red de internet, bloqueo para llamadas de emergencia, cambios en los tiempos de entrega (saturación) entre otros.

Según Imran A ⁶¹, Asterisk es un servicio flexible que tiene aplicaciones específicas entorno a un sistema PBX central, la central maneja las conexiones internas de las PBX, los protocolos, codecs y las interfaces de hardware de las aplicaciones de telefonía. La idea es que Asterisk sea soportado en cualquier tecnología y en cualquier hardware para funcionar ya sea en las redes actuales o en las futuras, permite la comunicación de varios usuarios ya que conecta de forma transparente las llamadas que llegan a la central.

Según Imran⁶², El códec hace la parte de codificar y decodificar los paquetes cuando salen y entran las llamadas, permiten satisfacer las necesidades, equilibrio entre el audio y la calidad y el uso de la banda ancha. El programador y I/O maneja tareas de bajo nivel para tener sistemas de gestión a un rendimiento adecuado bajo las condiciones de carga necesarias.

Según Iseki F⁶³, Asterisk es un software de código abierto para implementar sistema de IP-PBX, tiene los protocolos necesarios para realizar conexiones de VoIP como SIP, H.323, MGCP, SCCP. La idea de la implementación de Asterisk para VoIP es la escalabilidad que se puede tener dentro de la red, por ello es necesario conocer la arquitectura de la red para cumplir con el impredecible cambio del tráfico, se tiene reducción de costos, mayor seguridad, la utilización de software libre reduce costos notablemente hay tres software que cumplen como son: OpenSIPS, FreeSwitch y Asterisk.

⁶¹IMRAN, A.; QADEER, M.A.; KHAN, M. Op. cit., p. 34

⁶²Ibil, p. 38

⁶³ISEKI, F; SATO, A y KIM M. "VoIP system based on Asterisk for enterprise network," Advanced Communication Technology (ICACT), 2011 13th International Conference on , 2011. P 1284-1288, 13-16 Feb.

Iseaki F y Sato Y definen el software así: “Como punto de vista, OpenSIPS y del servidor SIP FreeSwitch son superiores a Asterisk en términos de funciones pero Asterisk tiene un montón de servicios de PBX adicionales”⁶⁴ es entonces en donde se pueden ver las ventajas de operación del software, la flexibilidad y facilidad de operación a nivel empresarial, se ejecuta en Linux y puede ser conectado a la red IP y también se puede conectar a las redes telefónicas existentes a través de interfaces análogas y digitales.

En un sistema de voz IP basado en Asterisk todos los terminales telefónicos están conectados a un solo servidor, como dicen Iseki y Sato⁶⁵, a medida que crecen los ordenadores o teléfonos IP, se pueden adicionar al servidor de Asterisk, se tienen Teléfonos IP, Software Phone, VoIP Gateway, adaptador IP para los teléfonos, equipo Asterisk, todo conectado a la PSTN.

Para la creación de la intranet con el servicio de Asterisk es importante crear VPNs las cuales permitan la comunicación interna dentro de la empresa, utilizando el protocolo de internet SIP para su debido funcionamiento dentro de la red.

Como dice Booth C.⁶⁶ las redes de VoIP están teniendo mayor aceptación a nivel organizacional por lo que el servicio se vuelve más flexible, con menor calidad y sin tantos problemas de seguridad una vez se implementación todas las garantías de funcionamiento.

Las técnicas aplicadas para VoIP hacen que la red de internet se vuelva el protagonista, por ello se debe vigilar la seguridad y las demandas que tienen los usuarios para satisfacer las necesidades de forma adecuada.

Según Lu Tian⁶⁷, Asterisk es una herramienta muy flexible que junto con el protocolo SIP permite tener acceso a mensajes multimedia, permite tenerlo mejor de internet en el aparato telefónico y acorta distancias permitiendo a los usuarios una interconexión fácil.

⁶⁴ISEKI, F; SATO, A y KIM M. Op. cit., p. 38

⁶⁵Ibil, p. 39

⁶⁶BOOTH, Char. Op. cit., p. 19

⁶⁷LU TIAN. Op. cit., p. 25

La identificación de tráfico de VoIP en UDP como dice Sinam T “se puede identificar por medio de los protocolos RTP y RTCP que utiliza la información de los paquetes que han sido enviados para identificar calidad de servicio, calidad de transmisión, carga útil del paquete”⁵⁷.

Según MacDonald A⁵⁸, Asterisk se puede utilizar con Open IMS Core ya que se registra como una arquitectura de servicio para soportar la solución lógica de IMS, reside en el intercambio de incompatibilidad en las implementaciones de SIP.

IMS representa como la principal preocupación para las consecuencias de incompatibilidad del legado de las redes de telefonía, entonces se debe explorar más IMS y con ayuda de Asterisk se pueden resolver estos problemas para que la red sea capaz de cubrir los servicios y necesidades de VoIP.

La implementación de un servicio de VoIP utilizando Asterisk le da muchos beneficios a las empresas, según Iseki F⁵⁹, reduce costos y permite mayor flexibilidad, se pueden crear VPNs para la comunicación confiable y segura, se tienen funciones importantes para el desarrollo de la comunicación IP dentro de la red.

VoIP utiliza dos tipos de protocolos, el primero es de señalización: Protocolos para la configuración de una conversación traslado, el segundo es sobre los Medios: Protocolos para la transferencia real de datos, luego se realiza la conexión por SIP.

Sin lugar a duda Asterisk y Skype son una gran innovación en el mundo tecnológico el cual ha hecho de la comunicación algo más cercano cuando las personas están lejos, según Anderruthy J⁶⁰, ha solucionado diversos problemas de distancias y comunicación en conferencias múltiples y de una persona a otra, además de su descarga gratuita en los ordenadores, este software permite descargas en teléfonos celulares lo que es una gran ventaja a nivel comercial. Estar a la vanguardia de la tecnología con la utilización de

⁵⁷ SINAM, T. Op. cit., p. 25

⁵⁸ MACDONALD A. Op. cit., p. 29

⁵⁹ ISEKI, F; SATO, A y KIM M. Op. cit., p. 38

⁶⁰ ANDERRUTHY, J. Op. cit., p. 34

software que permiten que las personas se comuniquen a pesar de la distancia, permite a la tecnología crecer con la implementación a grandes escalas pero aún queda mucho por explorar, con las teleconferencias, video llamadas, videoconferencias y comunicaciones unificadas.

7. MARCO CONCEPTUAL

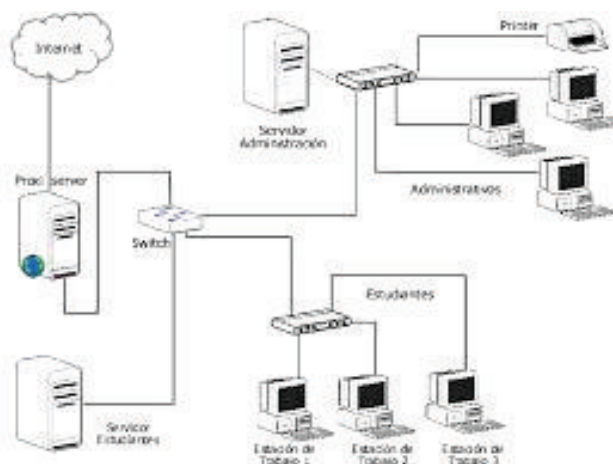


Figura 4. Red de datos

Fuente: ⁶¹ Infraestructura TIC. {En línea}. {20 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=8&idSubX=244&ida=879&art=1>).

La red de datos como se ve en la figura 4, es como generalmente se encuentran las redes existentes en las sedes del cliente, por lo que no habría que tender una nueva red de datos para la implementación de la solución de VoIP, ahorrando una suma considerable de tiempo y dinero. En el diseño la infraestructura cuenta con un servidor, el cual se aprovecha para realizar la instalación del sistema. Respecto a los requisitos mínimos que son necesarios en el servidor, estos van a ir condicionados básicamente por el número de extensiones y troncales y el codec a utilizar, ya que estos dos parámetros influirán en el nivel de procesamiento.

Con el fin de optimizar recursos del servidor Físico y facilitar tareas de mantenimiento y Backup, el sistema es instalado en una máquina virtual Debian sobre VirtualBox, configuración de una interfaz de red en bridge, esto quiere decir que dicha máquina virtual está presente en la red como si de una máquina física se tratase y le es asignada una IP fija que será la IP del servidor Asterisk, pero realmente alojada de manera virtualizada dentro del servidor físico designado, en la figura 5, se observa la parte inicial de la instalación de la máquina virtual mencionada.

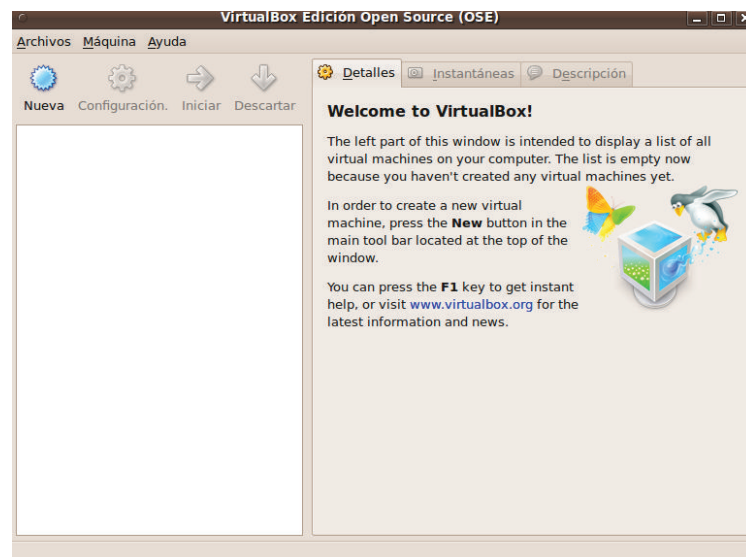


Figura 5. Inicio de la maquina virtual Debian sobre VirtualBox

Fuente:⁶²Sistema operativo VirtualBox. {En línea}. {27 de agosto de 2014} disponible en: (<http://www.noticiasubuntu.com/como-instalar-un-sistema-operativo-en-virtualbox/>).

Para un usuario general de telefonía, un teléfono digital IP tiene muchas diferencias con respecto a un teléfono analógico convencional, una de ellas es la conexión que se tiene, como se ve en las imágenes 6 y 7, en las que se evidencia las ventajas de la telefonía de VoIP con respecto a la telefonía analógica, otra de las diferencias más importantes es que en el teléfono analógico solamente se tiene un puerto RJ11 y con un teléfono digital cuenta con uno o varios puertos Ethernet (RJ45) y un conector para la electricidad. La compra de los 250 teléfonos IP que se necesitan para la implementación de la solución, a un valor aproximado de \$150.000 cada uno, representa el mayor porcentaje en la inversión económica que requiere el proyecto para ser puesto en marcha.

Adicional a esto, se comprarían 10 video teléfonos a un costo aproximado de \$400.000 cada uno, los cuales se instalarían a los altos ejecutivos de cada una de las sedes de la siguiente manera: 4 en Bogotá, 3 en Cali y 3 en Medellín.

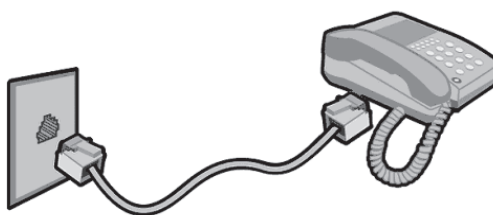


Figura 6. Conexión de un Teléfono analógico

Fuente: ⁶³Todo sobre Hp. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://h10025.www1.hp.com/ewfrf/wc/document?cc=es&lc=es&dlc=es&docname=c00852490>).

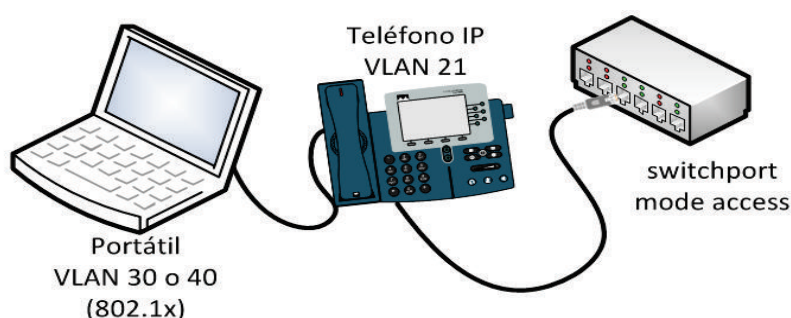


Figura 7. Conexión de un Teléfono IP

Fuente: ⁶⁴Redes de Voz. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.hackplayers.com/2013/06/como-saltar-a-la-vlan-de-voz-en-windows.html>).

Un elemento muy importante es el video teléfono IP que se puede observar en la figura8, además de ofrecer el mismo servicio de un teléfono IP, este componente posee una pantalla con cámara y micrófono integrado, que permite llevar a cabo una videoconferencia entre dos dispositivos configurados y registrados dentro de la red, otro elemento es el Softphone, este no es más que un software que simula a un teléfono. De esta forma, se puede utilizar un PC como un terminal VoIP. Algunos de los softphones más utilizados y conocidos son Ekiga, Zoiper y X-Lite, entre otros.



Figura 8. Video teléfono IP

Fuente: ⁶⁵Productos yealink, teléfonos y más. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (http://www.yealink.com/product_info.aspx?ProductsCatID=180).

Para que la telefonía IP funcione correctamente es necesario de un codificador, los codificadores o codecs más populares están incluidos en los diferentes dispositivos de la infraestructura, lo que facilitará poder elegir un codec que se adapte bien a las necesidades. Para una correcta elección, hay que buscar un equilibrio entre estos tres factores: Ancho de banda, Procesamiento y Calidad de la Voz. Una vez se tengan todos estos elementos se deben conectar a un Switch, y aunque en principio se parte del hecho de que el sistema se implementa sobre la infraestructura que exista en la empresa, es necesario entender que sí se puede configurar o poner switch de mayor calidad y que tengan otras funcionalidades a los implementados en la red; esto va permitir un mejor funcionamiento a la red VoIP.

En la figura 9, se evidencia la estructura de varias empresas que funcionan con esta tecnología conectados a internet, para este proyecto los que se van a tener en cuenta son el Principal y la oficina remota, en los que claramente se evidencia la conexión a los equipos switch a la PSTN y las conexiones a los teléfonos IP, que es básicamente el funcionamiento de la red a grandes rasgos.

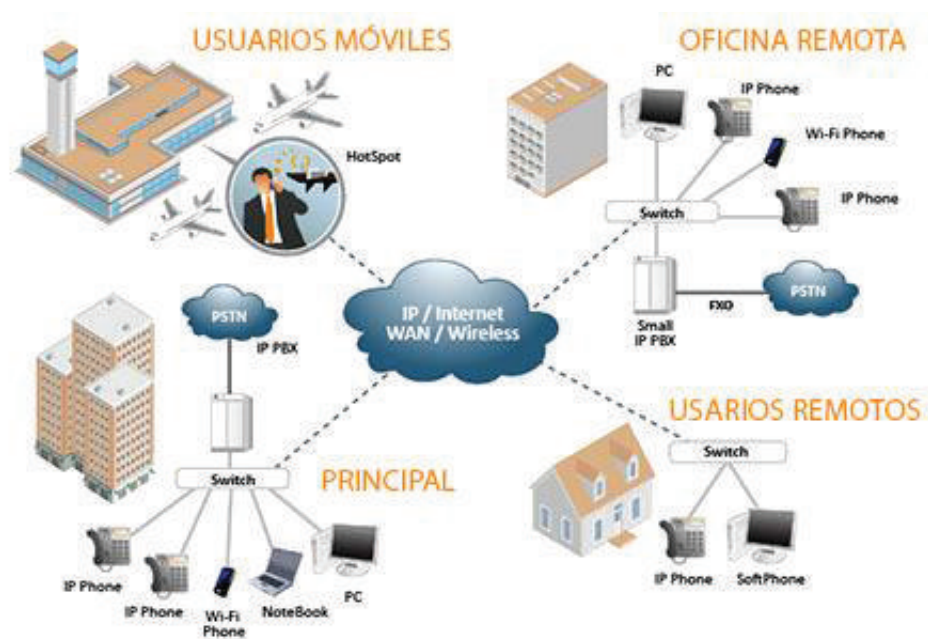


Figura 9. Conexión a internet de grandes empresas

Fuente: ⁶⁶Telefonía IP. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (http://www.infinivirt.com/?page_id=39).

8. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

8.1. INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE FAST LOGISTIC S.A.S

Actualmente, la empresa cuenta con 3 sedes ubicadas en Bogotá, Cali y Medellín, con 70, 50 y 40 empleados respectivamente. En cada sede está implementado un conmutador telefónico PBX análogo, con capacidad de hasta 32 extensiones telefónicas; cantidad insuficiente para asignar una extensión análoga a cada empleado de la empresa.

Los empleados de las sedes se comunican entre sí utilizando la red telefónica pública conmutada, conocida como PSTN, a un costo aproximado de \$130 el minuto, por ser llamadas de larga distancia.

8.1.1. Funcionamiento del sistema telefónico PBX análogo:

La red pública conmutada PSTN permite a cada dispositivo estar conectado a un switch, como lo mencionan en Tecnología de VoIP ⁶⁷, los que se utilizan un par de hilos como última milla, entonces va a tener la configuración del teléfono a otros usando líneas troncales a través de Switches Clase 4, cada teléfono maneja una parte de la señalización hasta que las conexiones son establecidas, luego el circuito de diálogo se habilita para la conversación entre ambas partes. Las operaciones de colgar, descolgar, intermitencia de la bocina y la emisión de tonos son parte de la señalización desde el dispositivo al switch.

Los Tono también son emitidos por el switch. El dispositivo telefónico permite el intercambio de información entre el que llama y la persona que es llamada.

⁶⁷Tecnología de VoIP. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.recursosvoip.com/colabora/softswitch1.php>).

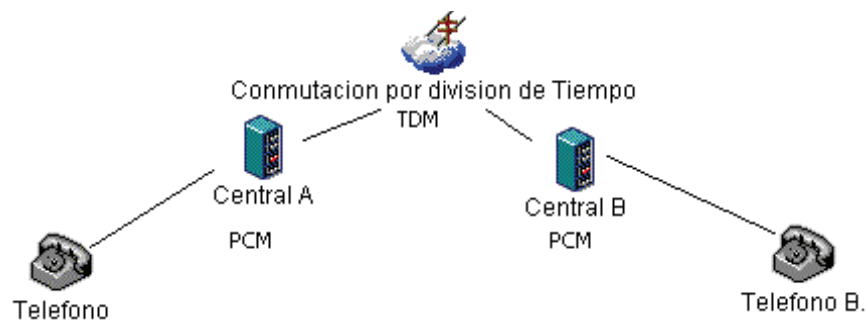


Figura 10. Conmutación por división de tiempo

Fuente: ⁶⁷Tecnología de VoIP. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en:
(<http://www.recursovoip.com/colabora/softswitch1.php>).

La información se transmite de forma analógica a través de pares de cables entre los Switches y los teléfonos. Entre los switches la comunicación se realiza por medio de modulación TDM y cada llamada toma un intervalo de tiempo especial para realizarse

La primera generación de switches telefónicos utilizaban un arreglo enorme de circuitos eléctricos basados en Relés para el establecimiento de las conexiones físicas para crear el establecimiento de las llamadas y en algunas ocasiones necesitaban de un operador en paralelo para ejecutar algunas funciones manuales. Tecnología de VoIP ⁶⁷ muestra que este tipo de sistema de telefonía de primera generación (POTS) se refiere a los servicios básicos los cuales no contemplan las capacidades de caller ID y llamada en espera.

Luego surgen la generación de Switch automáticos equipados con generadores de tonos, decodificadores de tono, codificador de pulso rotativo, plan de numeración y plan de cableado que mejoran las características funcionales de los switches de primera generación.

⁶⁷Tecnología de VoIP. c, p.57

En los años 1970 como lo muestran en Telefonía VoIP ⁶⁸, la implementación de las tecnologías digitales llegaron a ser las más populares utilizando TDM Multiplexación por división de tiempo, lo cual resolvió las limitaciones de los métodos analógicos. La primera implementación de TDM en un canal simple DS0 (8 kHz = 64 kbps) para digitalizar la voz y un bit para señalización. La Banda de señalización para este tipo de tecnología eventualmente era muy propensa a errores.

La información es transmitida a través de un bus TDM y el proceso de señalización se transmite a través de señalización SS7.

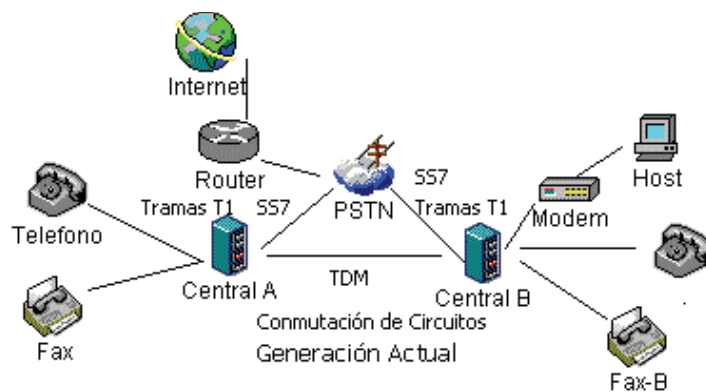


Figura 11. Conmutación de circuitos

Fuente: ⁶⁸Telefonía VoIP. {En línea}. {15 de agosto de 2014} disponible en:
(<http://www.recursovoip.com/colabora/softswitch1.php>).

En la generación actual como se ve en la figura 11, los paquetes digitalizados son transportados en un solo canal DS0 mientras que la información de señalización es transmitida por medio de unos paquetes separados en la red conmutada. La señalización comúnmente usada es la SS7, basada en el Signalling Systems 7 y la carga útil es transportada sobre la red digital TDM la cual es direccionada directamente por el Switch, de esta manera la red PSTN es conformada por la red TDM para voz y la red SS7 para señalización.

⁶⁸Telefonía VoIP. {En línea}. {15 de agosto de 2014} disponible en:
(<http://www.recursovoip.com/colabora/softswitch1.php>).

8.1.2. Sistema PBX análogo instalado en la empresa

El PBX análogo está, instalado físicamente en un lugar de la empresa, con el fin de facilitar la comunicación entre las personas dentro de la empresa, a la vez que permite el acceso a suficientes líneas telefónicas externas.

El PBX permite la transferencia de llamadas desde la red telefónica pública conmutada hacia la red interna de la empresa. Las llamadas a las líneas entrantes se transfieren a través de un sistema de conmutación análogo privado, hasta un teléfono con un número de extensión asignado a cada usuario.

Para las llamadas salientes a la PSTN, los usuarios deben introducir el código cero, para que el PBX interprete que se va a realizar una llamada externa. Una vez que la línea privada está conectada a una línea externa, el usuario puede hacer la llamada normalmente.

8.2. REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS

Se realizó un sondeo a 20 empleados de la empresa para conocer cuales servicios adicionales necesitan los usuarios del sistema de comunicación telefónico actual, que permitan mejorar su comunicación con los clientes y los demás empleados de la empresa, obteniendo los siguientes resultados:

El 75% de los empleados mencionó que el actual sistema no les permite consultar el buzón de voz desde un medio diferente al de la línea telefónica fija, instalada en la oficina de cada empleado. La necesidad surge porque algunos empleados realizan mayoritariamente su labor por fuera de la empresa y necesitan consultar los mensajes almacenados en sus buzones, con inmediatez y desde cualquier lugar.

Un 60% de los usuarios, manifiesta la importancia de poder consultar desde un medio diferente, que no sea el teléfono asignado, el registro de todas las llamadas entrantes y salientes a su extensión asignada, con el fin de conservar evidencia y llevar la trazabilidad que le permita demostrar su gestión a través de las llamadas telefónicas.

El 50% de los empleados desearía poder gestionar desde un Smartphone, tablet o equipo portátil, las llamadas que entran y salen a su extensión, esto debido a que muchos

usuarios necesitan movilizarse por las diferentes oficinas de la empresa de manera constante y en muchas ocasiones no alcanzan a atender llamadas importantes que ingresan justo en el momento en el que no se encuentran en su oficina.

Un 40% de las personas encuestadas fueron un poco más allá, pues manifestaron que sería de gran ayuda poder contar con teléfonos con pantalla de video, que les permitiera realizar videoconferencias con diferentes empleados de la empresa y ubicados en cualquiera de las 3 sedes, esto con el fin de ahorrar tiempo y dinero en el desplazamiento a cumplir con dichas reuniones.

Aunque el 20% de los usuarios manifestó la necesidad de poder grabar las llamadas entrantes y salientes, se les explicó que esto solo es posible si se advierte a los usuarios al inicio de cada llamada que la misma será grabada, esto con el fin de dar cumplimiento a la normatividad de la Comisión Nacional de Regulación de las Telecomunicaciones.

En el sondeo realizado a la alta gerencia, el mayor requerimiento que se evidencia se encuentra en el tema económico, ya que todos coinciden en que les preocupa bastante el actual costo mensual que se paga por llamadas de larga distancia, el cual suma en total aproximadamente \$2.500.000 sumando lo de las 3 sedes, convirtiéndose ésta en una de las razones principales por las que se busca la implementación del nuevo sistema de comunicación.

8.3. OPCIONES DISPONIBLES EN EL MERCADO

En el mercado actual podemos disponer de varias opciones a la hora de implementar un PBX-IP, algunos con licencia privativa tales como 3CX el cual funciona únicamente bajo windows, Cisco Call Manager el cual es recomendado para empresas con miles de usuarios y además, entre las opciones disponibles encontramos Asterisk, la cual es una de las más populares actualmente y a diferencia de las mencionadas anteriormente, la licencia es gratuita, permitiendo a los usuarios, realizar el desarrollo que necesiten para ajustar la herramienta a sus necesidades.

En la tabla1, se muestra el comparativo y las principales ventajas y desventajas de Asterisk, Cisco Call Manager y 3CX.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de Asterisk, cisco call manager y 3CX

Asterisk	Cisco Call Manager	3CX
Funciona en Linux (Centos o Debian preferiblemente), windows, MAC OS, Solaris.	Funciona en Windows y linux	Funciona en Windows únicamente
99% libre de virus	Su rendimiento está limitado al uso de dispositivos CISCO(Servidores, Teléfonos IP, ETC)	Muy propenso a Virus
Software Libre	Software Licenciado	Software Licenciado
El usuario tiene a su alcance el código fuente para desarrollar mejoras que se adapten a sus necesidades.	No permite desarrollo para mejoras por el usuario.	No permite desarrollo para mejoras por el usuario.
Basada en software y hardware	Basada en software y hardware	Basada en software
Requiere administración desde terminal, además posee entorno gráfico para rápida gestión de extensiones y funcionalidades	Requiere administración desde terminal, además de entorno gráfico para rápida gestión de extensiones y funcionalidades	Interfaz gráfica, no requiere administración desde consola
Capacidad: 5000 extensiones	Capacidad: hasta 100.000 extensiones, ideal para grandes compañías. Requiere de elementos robustos de hardware.	Capacidad: hasta 10000 extensiones
Costo Licencia: \$0	Costo licencia: \$5.000.000 aprox. Licencia para 500 usuarios	Costo Licencia: \$3.000.000 Aprox.

Se llega a la conclusión que, dependiendo del tamaño de la empresa en la que se implemente la solución y de acuerdo al presupuesto otorgado para la implementación del sistema, se podrá elegir entre una y otra opción.

8.4. REQUISITOS TÉCNICOS DE LA SOLUCIÓN

Para identificar de manera precisa los requisitos técnicos necesarios para meterse de lleno en el mundo de la tecnología VoIP, es necesario conocer los elementos necesarios para poder implementarla según sus características y necesidades.

Lo primero es evaluar el estado actual de la red de datos, identificando el nivel de actualización y obsolescencia del hardware de la red y las capacidades en cuanto a Ethernet. El ancho de banda y la velocidad, que sea capaz de proporcionar la infraestructura de red es determinante para que el sistema de telefonía IP que se implante, proporcione el rendimiento esperado. Si se cuenta con routers y switches obsoletos y desactualizados, incapaces de optimizar el ancho de banda, con calidad de servicio, difícilmente se conseguirá una implementación satisfactoria en la utilización de Internet como medio.

Si lo que se desea, es disponer de conexiones VoIP de forma permanente, lo más recomendable es utilizar la red Ethernet con teléfonos físicos VoIP. También se puede configurar de forma inalámbrica, a través de la red Wi-Fi conectado a la LAN, sin embargo, hay que tener en cuenta que muchos routers Wi-Fi no poseen la habilidad de priorizar el tráfico VoIP, ocasionando problemas de latencia y de baja de calidad de la voz.

En conclusión, los requisitos indispensables para la implementación de la solución son:

- RED DE DATOS
- SERVIDOR HP Proliant ML 150 G6
- TARJETA FXS Digium
- TARJETA FXO Digium
- TELEFONOS IP YEALINK
- SOFTWARE ASTERISK
- SISTEMA OPERATIVO CENTOS

8.5. Sistema de telefonía IP

La llamada nueva generación de Voz, datos, videos y fax las cuales ya están siendo implementadas para la tecnología IP basada en Packet Switch, dentro de esta generación se encuentra la tecnología Softswitch, en este modelo la información útil y la señalización se transporta a través del mismo paquete



Figura 12. Tecnología IP

Fuente: Telefonía VoIP. {En línea}. Ibil c. p.62

Los mensajes de SS7 son transmitidos a la red IP y son transportados usando el protocolo TCP, voz, datos y videos son transportados por la red IP usando el protocolo UDP.

9. RESULTADOS

9.1. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS ADECUADA

En la figura13, se refleja la arquitectura de una red de VoIP, partiendo desde la red de internet, en donde se envía la señal por el router de la compañía, hacia un switch el cual reparte la señal de VoIP a los distintos elementos que se puedan conectar al como son:

- Softphone: telefonía en el ordenador por VoIP.
- Gateway VoIP + RJ11: gateway en castellano pasador, pasara la señal de VoIP a señal analógica.
- Teléfono analógico: ira conectado al gateway el cual convertirá la señal VoIP a señal analógica.
- Teléfono digital: teléfono por VoIP.
- Asterisk (PBX): Centralita telefónica privada.

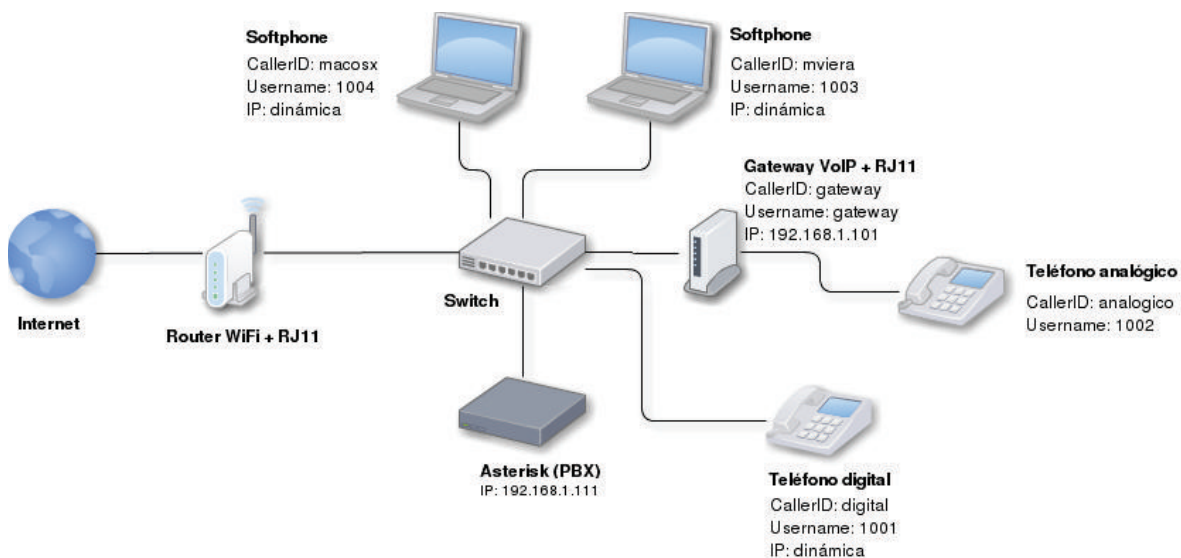


Figura 13.Arquitectura de VoIP

Fuente: ⁶⁹Redes y soluciones con asterisk. {En línea}. {27 de agosto de 2014} disponible en: (<http://tel-2011-2012.wikispaces.com/file/view/asterisk-network-diagram1.png/296582084/800x369/asterisk-network-diagram1.png>).

Con base en el estudio de mercado de las soluciones existentes y realizar la verificación de cumplimiento de requisitos y de confrontar el presupuesto disponible de la empresa para la implementación del nuevo sistema, se concluyó que la solución que se ajusta a estas características es la implementada a través de la plataforma ASTERISK.

9.1.1. ¿Por qué Asterisk?

Por su funcionalidad este sistema proporciona los siguientes aspectos innovadores:

Permite ser implementado tanto en software como en hardware (teléfonos y video teléfonos IP, softphone), con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.

Lo que anteriormente era una central telefónica análoga con mucha infraestructura y con un funcionamiento complejo, ahora se resume en un software instalable en un pequeño servidor con esas mismas y muchas otras funcionalidades.

Esta plataforma posee escalabilidad, lo que le permite que sea implementado desde una pequeña empresa de 20 hasta 10.000 usuarios, en una empresa con varias sedes. Asterisk por ser una herramienta bajo código libre, permite que los costos de su instalación e implementación sean cada vez menores. A través del desarrollo de Asterisk se han ido desarrollando los diferentes estándares de telefonía en los TDM como la telefonía IP, dentro de los cuales se encuentra el estándar H.323 e IAX2.

Otra razón por la que se escogió Asterisk, corresponde a que es una herramienta líder, para la implementación de centrales telefónicas IP, lo que hace que sea un software probado por gran cantidad de usuarios, quienes contribuyen con sus inquietudes y desarrollos a una mejor comprensión de esta tecnología.

9.2. IMPLEMENTACIÓN DE ASTERISK

9.2.1. ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y DISPOSITIVOS

A continuación se describen los dispositivos elegidos para la implementación de la solución, detallando la marca, costo y otras características más:

9.2.1.1. Servidor elegido:

Teniendo en cuenta la cantidad de usuarios que usaran el servicio, en las sedes de Medellín, Cali y Bogotá, se procedió a elegir al servidor más adecuado de telefonía IP, teniendo en cuenta las llamadas simultáneas que podría soportar, ya que el número de llamadas concurrentes es directamente proporcional al consumo del CPU del servidor. Las llamadas simultáneas desde o hacia la PSTN, están limitadas al número de líneas análogas existente en cada sucursal, pero las internas dependen de la capacidad del CPU.

Con base en lo anterior, se eligió el servidor HP Proliant ML 150 G6 que se muestra en la figura 10, el cual posee un procesador Intel® Xeon® E5502 (2 núcleos, 1,86 GHz, 4 MB L3, 80W). El procesador de este servidor, tiene la capacidad de superar las 200 llamadas simultáneas. El costo de este servidor es de aproximadamente \$3.000.000.



Figura 14. Servidor HP Proliant ML150 G6

Fuente: ⁷⁰ Servidor hp proliant. {En línea}. {01 de septiembre de 2014} disponible en: (<http://nuestromercado.com/aviso/218238-servidor-hp-proliant-ml150-g6-xeon-quad-core-2-0ghz-4gb-ddr3-ecc-disco-duro-500gb-1tb-sas-sata-raid>).

9.2.1.2. Elección de teléfonos IP:

Una de las principales ventajas de Asterisk es la compatibilidad con hardware de varios fabricantes, siempre y cuando se basen en estándares como SIP. Se eligió el teléfono YEALINK T20P, el cual es fácil de configurar, de buena calidad y su costo esta alrededor de los \$200.000.

9.2.1.3. Tarjetas FXO y FXS:

Las tarjetas elegidas para la interconexión de la red VoIP y la PSTN son marca Digium, su costo es bajo. Estas tarjetas admiten desde 4 hasta 16 módulos FXO y FXS, se instalan en un puerto PCI del servidor., su costo alcanza los \$500.000 cada una.

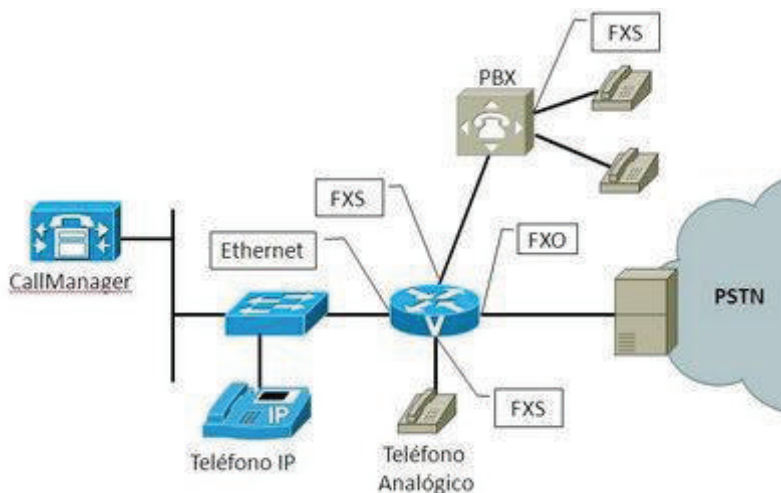


Figura 15. Tarjetas FXO y FXS en la red de telefonía IP

Fuente: ⁷¹ Libros de redes. {En línea}. {04 de septiembre de 2014} disponible en: (<http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/fxs-fxo.html>).

9.2.1.4. Software:

El software elegido es Asterisk, el cual será instalado sobre sistema operativo Linux CentOS, la herramienta web para gestión del sistema será Elastix.

9.2.1.5. Seguridad:

El tema de seguridad en un sistema de VoIP es un tema que por su complejidad no será abordado en su totalidad en este trabajo, dejándolo como un tema pendiente de abordar en futuras investigaciones.

Aquí solo se mencionara de manera global, algunos aspectos que pueden parecer básicos e innecesarios pero que al no tomarlos en cuenta pueden ocasionar grandes fallas en el servidor.

Seguridad Física: Es primordial mantener el servidor de Asterisk en un lugar protegido, como por ejemplo el data center de la empresa, ya que basta con desconectar un cable para provocar una caída de todo el servicio telefónico.

Para evitar daños voluntaria o involuntariamente, conviene, además de tener restringido el acceso a dicho lugar, llevar una registro de accesos al data center y del tiempo que se tarde la persona que ingresa.

No está de más verificar que el control de la temperatura del data center se encuentre funcionando en óptimas condiciones.

Seguridad Lógica: El software es vulnerable por muchas causas, sobre todo cuando se dejan las claves que el sistema trae por defecto, por esto se recomienda que después de instalar el software necesario se cambien inmediatamente las contraseñas que vienen por defecto en el sistema y utilizar una clave de mínimo 12 caracteres, con números y letras.

Se sugiere que se utilice lo menos posible el usuario ROOT, ya que constituye un gran peligro para el sistema sobre todo si se deja una sesión activa, dejando el sistema totalmente expuesto y con todos los privilegios.

Protección para falla del Servicio Eléctrico:

Se sugiere el uso de la alimentación a través de tecnología PoE(Power over Ethernet), es una tecnología que suministra energía eléctrica a una red LAN estándar. Permite que los dispositivos conectados a la red puedan seguir funcionando sin ningún cable de corriente, usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red.

9.3. ASIGNACIÓN DE EXTENSIONES:

Las extensiones tendrán un Número identificador de 3 cifras, el cual utilizara como prefijo el primer número, dependiendo de la sede a la cual pertenezca la línea.

Para extensiones de la sede de Bogotá, el plan de numeración serán las líneas desde la 100 hasta la 299, asignado un total de 200 líneas, quedando con una gran capacidad de escalabilidad del sistema a medida que vaya creciendo la empresa.

La sede de Medellín tendrá asignado el grupo de líneas que van desde la 300, hasta la 499, para un total de 200 líneas.

En la sucursal de Cali, las extensiones tendrán asignado el rango de la 500 hasta la extensión número 699.

Aprovechando que las 3 sedes tienen una estructura organizacional similar, se repartieron de igual manera los subgrupos de líneas, de acuerdo a la cantidad de usuarios por dependencia.

La distribución es la siguiente:

9.3.1. Bogotá:

Gerencia General: Extensiones de la 100 hasta la 115.

Administración: Líneas de la 116 hasta la 150

Financiera: Desde la línea 151 hasta la 170

Logística: líneas desde la 171 hasta la 220

Mercadeo: desde la línea 221 hasta la línea 235

Informática: Línea 236 hasta la línea 250

Las líneas 251 hasta la 299 son líneas reservadas para posterior uso de acuerdo al crecimiento y las necesidades de la empresa en Bogotá.

9.3.2. Medellín:

Gerencia General: Extensiones de la 300 hasta la 315.

Administración: Líneas de la 316 hasta la 350

Financiera: Desde la línea 351 hasta la 370

Logística: líneas desde la 371 hasta la 420

Mercadeo: desde la línea 421 hasta la línea 435

Informática: Línea 436 hasta la línea 450

Las líneas 451 hasta la 499 son líneas reservadas para posterior uso de acuerdo al crecimiento y las necesidades de la empresa en su sede de Medellín.

9.3.3. Cali:

Gerencia General: Extensiones de la 500 hasta la 515.

Administración: Líneas de la 516 hasta la 550

Financiera: Desde la línea 551 hasta la 570

Logística: líneas desde la 571 hasta la 620

Mercadeo: desde la línea 621 hasta la línea 635

Informática: Línea 636 hasta la línea 650

Las líneas 651 hasta la 699 son líneas reservadas para posterior uso de acuerdo al crecimiento y las necesidades de la empresa en la ciudad de Cali.

9.4. FUNCIONES CONFIGURADAS

9.4.1. Desvío de llamadas

Para configurar esta función, simplemente se deberá oprimir la tecla * FWD y digitar el número al cual desea transferir automáticamente las llamadas que entren a esa extensión, ya sea una línea interna o externa.

9.4.2. Transferencia de llamadas

La transferencia de llamadas se configuró de manera tal que, cuando un usuario requiera transferir una llamada que haya entrado a su línea, solo baste con digitar las teclas * TRANS y el número de la extensión a la cual desea transferir la llamada, sin importar que sea una extensión de otra sede de la empresa.

9.4.3. Contestación de llamadas del mismo grupo

Para tomar una llamada entrante a uno de los usuarios que pertenecen al mismo grupo, solo basta con digitar la opción *8#, lo cual le permitirá atender la llamada de un compañero de oficina, sin tener que ir hasta el teléfono asignado a ese usuario.

9.4.4. Función no molestar

Si lo que se desea es no ser interrumpido, simplemente deberá oprimir en su teléfono IP, la tecla DND, esto inactivará su extensión IP hasta que oprima de nuevo la misma tecla.

9.5. *POLITICAS Y RESTRICCIONES:*

A cada extensión creada y registrada, se le asignara un usuario que corresponde al número de la extensión y una clave, con el fin de que el usuario pueda consultar en cualquier momento desde internet, el registro de llamadas entrantes y salientes de su extensión IP, esto desde la página web corporativa habilitada para tal fin.

Cada extensión tendrá configurado el servicio de buzón de mensajes de voz, los cuales serán enviados de manera inmediata al correo registrado en la extensión.

Para dar cumplimiento a la normatividad legal, las únicas llamadas que podrán ser grabadas serán las que se gestionen en el área de mercadeo, con previo aviso y aceptación del cliente o persona que llame a una de las extensiones de esa área.

El gerente General de la compañía no tendrá ningún tipo de restricciones de llamadas en cuanto su destino y duración.

Las llamadas de larga distancia a ciudades diferentes de Bogotá, Cali o Medellín están restringidas, esto teniendo en cuenta que los clientes de la empresa solo son de alguna de estas ciudades.

Solo los directivos tendrán acceso a llamadas de larga distancia de ciudades diferentes de Bogotá, Cali o Medellín, con una duración de 5 min.

El tiempo máximo de una llamada hacia una línea externa será de 10 minutos, esto con el fin de asegurar que la comunicación con la PSTN tenga la mayor disponibilidad posible en el momento que se requiera

9.6. *ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA VoIP*

La administración y gestión del sistema implementado, recaerá sobre el administrador de la red de la empresa, quien será capacitado y se le deberán entregar todos los usuarios, claves, privilegios y el conocimiento necesario para la correcta administración del sistema, deberá ser capaz de realizar la contingencia y recuperación del sistema en caso de fallas leves o graves, su disponibilidad será de 7 x 24.

La gestión de extensiones, se deberá realizar preferiblemente desde la herramienta web de administración “Elastix”.

9.6.1. Copias de Seguridad

Puesto que la información es considerada como uno de los activos más importantes de la empresa, es necesario establecer una política adecuada de copias de seguridad. Esta deberá estar incluida en el procedimiento de backups de la compañía y deberá realizarse diariamente, siguiendo las políticas de backup recomendadas en la norma ISO 27001.

Al igual que sucede con los equipos y sistemas, el lugar en donde residen estas copias estará protegido físicamente. Se almacenan las copias de seguridad, en una zona alejada del cuarto de comunicaciones. Se dispone de varios niveles de copia, una que se almacena en una caja fuerte, en un lugar alejado y otras de uso frecuente que se almacenan en lugares más próximos.

9.7. CONEXIÓN ENTRE LAS SEDES

El servicio de Acceso a Internet Dedicado, desde Bogotá, es suministrado a través de COLOMSAT, quien provee 1 E1(32 canales de 64 Kbps) el cual es más que suficiente para garantizar el tráfico de voz y datos entre las 3 sedes de la empresa, haciendo uso de su red metropolitana de fibra óptica, una de las mayores redes privadas adecuada con la mejor tecnología de gestión y enrutamiento, que permite implementar cualquier protocolo de comunicación.

Para la conexión con las sedes de Cali y Medellín, se utilizan enlaces de radio y convenios estratégicos que garanticen la conexión de última milla con una confiabilidad aceptable.

Toda la red de COLOMSAT está conformada por enlaces de fibra óptica y redes de microondas, que cubren las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Pereira, Armenia, Manizales, Ibagué, Barranquilla y Bucaramanga, y desde estas a cualquier lugar del mundo. La totalidad de la ingeniería de transmisión, ingeniería de desarrollo, redes, soporte técnico y demás es realizada directamente por COLOMSAT.

COLOMSAT ofrece como solución para la necesidad en el uso de Internet de la empresa, el servicio de acceso a Internet Dedicado punto a punto, con disponibilidad de 99,6% y sin reuso, con tecnología de Banda Ancha y una velocidad de 64 Kbps.

9.8. COSTO DE LA SOLUCIÓN

Partiendo de la base de que el sistema se implementará sobre la red de datos existente, la cual ya está interconectada entre las 3 sedes de Bogotá, Cali y Medellín, a través de un canal dedicado suministrado por Colomsat, el costo aproximado de la solución sería el siguiente:

Tabla 2. Costo de la solución

ELEMENTO	Valor U.	CANTIDAD	TOTAL
SERVIDOR HP Proliant ML150 G6	\$3.000.000	3	\$9.000.000
TARJETA FXS	\$500.000	3	\$1.500.000
TARJETA FXO	\$500.000	3	\$1.500.000
TELEFONOS IP	\$200.000	160	\$32.000.000
CONFIGURACIÓN CADA SEDE	\$4.000.000	3	\$12.000.000
OTROS COSTOS	\$2.000.000	1	\$2.000.000
		TOTAL=>	\$58.000.000

Como se ve en la tabla 2, el costo total de la solución, estaría alrededor de los \$58.000.000, por la implementación del servicio en las 3 sedes.

9.9. CAPACITACIÓN

Para que la implementación del nuevo sistema de telefonía VoIP en FAST LOGISTIC S.A, sea todo un éxito, se hace necesario realizar una jornada de capacitaciones a usuarios finales de los teléfonos IP, esto con el fin de que conozcan cuales son las nuevas funcionalidades que tendrán a su servicio, del compromiso que tenga el usuario para aprender, dependerá en gran parte la jornada de capacitación y por ende, el aprovechamiento de los nuevos servicios.

El administrador de la red también deberá recibir una capacitación especial en cuanto a la configuración, gestión, prevención y corrección de fallas, que permitan hacer del sistema instalado, un sistema robusto, estable y fácil de escalar.

Tanto los usuarios, como el administrador de red, tendrán a su alcance un práctico manual de usuario que permitirá recordar los temas vistos en la capacitación, así como descubrir e implementar si así lo desea, otras funciones disponibles en el Teléfono IP asignado.

.

.

10. CONCLUSIONES

El estudio de la actual infraestructura de comunicación telefónica de FAST LOGISTIC S.A.S, permitió evidenciar que la empresa cuenta con un obsoleto sistema de comunicación telefónica basado en una PBX análoga, la cual funciona mediante una limitada red de conmutación de circuitos.

La identificación de los requerimientos de los usuarios evidenció que ellos necesitan un sistema de comunicación telefónica más avanzado, que brinde muchas más opciones a la hora de comunicarse, que sea más práctico a la hora de utilizarlo y con distintas opciones para consultar los mensajes del buzón de voz y el registro de llamadas.

La elaboración de un estudio comparativo de las diferentes soluciones de VoIP existentes en el mercado, permitió identificar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, logrando recolectar la información necesaria que permita tomar una decisión a la hora de elegir la solución más adecuada para FAST LOGISTIC S.A.S.

Seleccionar la plataforma Asterisk, como solución para el problema de comunicación de la empresa en mención, fue la decisión más acertada en cuanto a cumplimiento de los requisitos de los usuarios y la que más se ajusta al presupuesto destinado por FAST LOGISTIC para la implementación de la solución.

El estudio e identificación de los requisitos técnicos de la solución seleccionada, permitió implementar el sistema de manera eficiente y oportuna, con elementos de calidad, integrados en un robusto sistema de comunicación telefónica basado en VoIP, el cual cuenta con la escalabilidad necesaria para ajustarse al crecimiento de la empresa.

11. BIBLIOGRAFIA

- URREA AYALA, Héctor. Los retos de la regulación de la voz sobre el protocolo IP. 2006. P. 1- 43.
- ANÓNIMO.IP Phones, Software VoIP, and Integrated and Mobile VoIP.2010 P. 1 – 10.
- ANDONOVA, Veneta y LADRÓN, Antonio. Interacciones tecnológicas y efectos red: Claves para predecir el impacto del VOIP sobre la industria de las telecomunicaciones. 2006. P. 1 – 15.
- RODRÍGUEZ LÓPEZ , Carlos Alberto. Plataforma de Telecomunicaciones de VoIP basada en software libre. 2008. P. 44 – 50.
- CAPOTE ÁLVAREZ, Juan Alain. Técnicas de diseño de pasarelas de VoIP con estándares abiertos y código libre. 2008. P. 89 – 97.
- SILOT, Rafael. Procesamiento de la VoIP: fundamentos para la Implementación de redes con QoS. 2006.
- POYEAUX CABRERA, Nelson. El protocolo SIP: propuesta del IETF para la transmisión de VoIP. 2006.P. 35 – 40.
- GARCÍA ROZO, Antonio y GARCÍA VARGAS, Eduardo. El comienzo de la telefonía en Colombia y las demandas de Alexander Graham Bell. 1998. P. 5 – 10.
- GRAU, Jordi. Reuniones virtuales: Adobe Connect y WebEx. 2007. P. 518 – 522.
- ANTUNEZ, Marco. Soluciones para realizar videoconferencias. 2011. P.: 87 – 89.
- JIMÉNEZ MORENO, Rafael. Cuando trabajar es más importante que asistir. 2011 P. 84 – 86.
- CARBALLAR, José. VoIP: la telefonía de Internet. ITES paraninfo.P.1 - 15.
- Comunicaciones Unificadas, Voz sobre IP. {En línea}. {04 junio de 2014} disponible en: (http://www.cisco.com/web/ES/solutions/es/voice_over_ip/index.html).
- BOOTH, Char. Chapter 3: VoIP in Professional Communication, Collaboration, and Development. Library Technology Reports 46, Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text, EBSCOhost. 5 ed, 2010.

JAMES, F y JOHN, W. 7 - VoIP Security Risks, In Voice over Internet Protocol (VoIP) Security, edited by James F. Ransome and John W. Rittinghouse, Digital Press, Burlington, 2005. P. 181-233,

NAEEM, *et al.* QoS Guarantee for VOIP over Wireless LANs." International Journal Of Hybrid Information Technology. Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text, EBSCOhost, 6 ed, 2013.

JACKSON, B *et al.* Chapter 7 - Threats to VoIP Communications Systems, In Asterisk Hacking, edited by Benjamin Jackson, Champ Clark III, Larry Chaffin and Johnny Long, Syngress, Burlington, 2007. P. 225-244, ISBN 9781597491518.

MONTORO, P y CASILARI, E. "A Comparative Study of VoIP Standards with Asterisk," Digital Telecommunications, 2009.ICDT '09.Fourth International Conference on, 2009.P. 1- 6, 20-25 July.

GOEL, S, *et al.* "ASR System Integration with Asterisk for SIP or IAX Softphone Clients," Computer Science and Information Technology - Spring Conference, 2009.IACSITSC '09. International Association of , 2009. P. 100 - 104, 17-20 April.

LU Tian, *et al.* "Study of SIP protocol through VoIP solution of "Asterisk"," Mobile Congress (GMC), 2011 Global , 2011. P 1-5,, 17-18 Oct.

SINAM, T, *et al.* A technique for classification of VoIP flows in UDP media streams using VoIP signalling traffic. Advance Computing Conference (IACC), 2014 IEEE International, 2014.P.354-359, 21-22 Feb.

WAHAB, A, *et al.* "Performance analysis of VoIP client with integrated encryption module," Communications, Signal Processing, and their Applications (ICCSPA), 2013 1st International Conference on , 2013. P. 1-6, p, 12-14 Feb.

MacDonald, A.; Cartas, R y Incera, J. Asterisk as a Public Switched Telephone Network Gateway for an IMS test bed, Telecommunications (ICT), 2010 IEEE 17th International Conference on, 2010. P. 594-599, 4-7 April.

AGRAWAL, A.; Kumar, K.R.P. y Athithan, G. SIP/RTP session analysis and tracking for VoIP logging.Networks, 2008.ICON 2008.16th IEEE International Conference on, 2008.P. 1-5, 12-14 Dec.

Thomas Porter, Chapter 2 - Asterisk Configuration and Features, In Practical VoIP Security, 2006. P. 23-58

ANDERRUTHY, Jean-Noël. Skype y telefonía IP: llama gratis por internet: Ediciones ENI, 2007.

IMRAN, A; QADEER, M y KHAN M. "Asterisk VoIP private branch exchange," Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies, 2009. IMPACT '09. International , 2009. P 217 -220, 14-16 March

ISEKI, F; SATO, A y KIM M. "VoIP system based on Asterisk for enterprise network," Advanced Communication Technology (ICACT), 2011 13th International Conference on , 2011. P 1284-1288, 13-16 Feb.

Infraestructura TIC. {En línea}. {20 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=8&idSubX=244&ida=879&art=1>).

Sistema operativo VirtualBox. {En línea}. {27 de agosto de 2014} disponible en: (<http://www.noticiasubuntu.com/como-instalar-un-sistema-operativo-en-virtualbox/>).

Todo sobre Hp. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://h10025.www1.hp.com/ewfrf/wc/document?cc=es&lc=es&dlc=es&docname=c00852490>).

Redes de Voz. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.hackplayers.com/2013/06/como-saltar-a-la-vlan-de-voz-en-windows.html>).

Productos yealink, teléfonos y más. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (http://www.yealink.com/product_info.aspx?ProductsCateID=180).

Telefonía IP. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (http://www.infinivirt.com/?page_id=39).

Tecnología de VoIP. {En línea}. {28 de julio de 2014} disponible en: (<http://www.recursosvoip.com/colabora/softswitch1.php>).

Telefonía VoIP. {En línea}. {15 de agosto de 2014} disponible en: (<http://www.recursosvoip.com/colabora/softswitch1.php>).

Redes y soluciones con asterisk. {En línea}. {27 de agosto de 2014} disponible en: (<http://tel-2011-2012.wikispaces.com/file/view/asterisk-network-diagram1.png/296582084/800x369/asterisk-network-diagram1.png>).

Servidor hp proliant. {En línea}. {01 de septiembre de 2014} disponible en:
(<http://nuestromercado.com/aviso/218238-servidor-hp-proliant-ml150-g6-xeon-quad-core-2-0ghz-4gb-ddr3-ecc-disco-duro-500gb-1tb-sas-sata-raid>).

Libros de redes. {En línea}. {04 de septiembre de 2014} disponible en:
(<http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/fix-fxo.html>).

GLOSARIO

ASTERISK: Software de licencia GPL que permite constituir centrales telefónicas (PBX) utilizando telefonía IP.

GATEKEEPER: Controlador de Acceso para el protocolo H.323.

GATEWAYS: enlace de la red VoIP con la red telefónica analógica.

H.323: Recomendación de la UIT-T, para sistemas de comunicación multimedia, basados en paquetes (PBN) que no puede proporcionar una calidad de servicio garantizada.

IAX2: Protocolo basado en la reunión de varios protocolos como el Real-Time y el SIP, el cual se utiliza para manejar conexiones de VoIP entre servidores Asterisk.

PBX (Private Branch Exchange): Central telefónica conectada a través de líneas troncales a la red pública y que permite la gestión y administración de los recursos telefónicos internos, salientes y entrantes.

PSTN: Red telefónica Pública Conmutada / Public Switched Telephone Network.

VoIP: Voz sobre IP.