



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA VOIP INTEGRADO
CON EL CORREO ELECTRÓNICO, USANDO UN SERVIDOR
ASTERISK ENTRE LA MATRIZ DE UNA EMPRESA Y SUS
SUCURSALES”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención de Título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

PABLO JAVIER PIN PARRALES

JAVIER ABSAEL GONZÁLEZ CASTILLO

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

“A dios, familia y amigos. Por su constante apoyo, cariño y comprensión durante toda mi vida, proyectos y deseos. A todos los que están y a los que no también, ya que todos ellos formaron parte importante de mi formación profesional y personal.”

Pablo.

“Le doy gracias primero a Jehová Dios quien me ha impartido vida durante todo el transcurso de este tiempo, a mi familia por su ayuda incondicional brindada en todo momento y a mis amigos por estar siempre presente dándome los ánimos necesarios para seguir adelante”

Javier.

DEDICATORIA

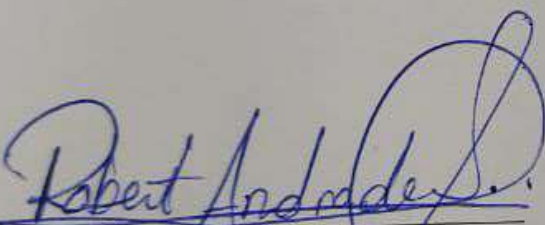
“A mi familia, que nunca dejo de creer en mí. Dándome el aliento necesario para seguir adelante y no perder el camino. A todos los que creyeron en mí. Porque el que no vive para servir, no sirve para vivir.”

Pablo.


“Le dedico esta tesis a Jehová Dios, a mi familia que forma parte importante en el trayecto de mi carrera como lo fueron mi papa y mi mama, a mis amigos que siempre estuvieron presente de una u otra manera y creyeron en mi”

Javier.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN




Ing. Robert Andrade
PROFESOR EVALUADOR



Ing. Jorge Magallanes
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me (nos) corresponde exclusivamente; y doy (damos) mi (nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Pablo Javier Pin Parrales



Javier Absael González Castillo

RESUMEN

El proyecto está basado en la implementación de una central telefónica de voz sobre IP, para de esta manera poder valerse de la red IP existente de una empresa y ahorrar en los costos que se generan por las llamadas telefónicas convencionales y poder auditar las mismas, aparte de también integrarlo con el correo empresarial. Se encuentra dividido en cuatro capítulos, en los cuales se dará a conocer las ventajas del sistema VoIP y su integración con los servicios de correo electrónico.

En el primer capítulo, se detallan los conceptos teóricos, los cuales son parte importante del proyecto, para que así se pueda comprender cada componente que el sistema género. Además de los antecedentes del problema, la justificación de la solución propuesta y el alcance del mismo, es decir las limitantes. También consta de la información teórica completa, acerca del sistema VoIP, los protocolos, el hardware, el software cliente, el software servidor y las distintas plataformas de telefonía existentes.

El segundo capítulo presenta información sobre el sistema escogido para la implementación y el diseño del sistema en sí, como se integrará con la red actual para funcionar en conjunto con los demás servicios. Además de cómo estará estructurado y los elementos presentes en la red.

El tercer capítulo nos muestra la configuración de los aplicativos correspondientes a nivel de servidor y de cliente. También la información que será dictada a manera de capacitación para el personal encargado del monitoreo y mantenimiento de los sistemas dentro de la empresa. Así como las funcionalidades disponibles para los usuarios finales de los servicios.

Y el cuarto capítulo explica la información sobre el estudio técnico que se realizó y el plan de trabajo que se dará para la correcta programación de entrega del proyecto. Se analizan los costos de los equipos, accesorios, el costo de la instalación y mano de obra. Se debe considerar parámetros como disponibilidad, escalabilidad y confiabilidad. Hay que determinar cuáles van a ser los parámetros del diseño, como por ejemplo la cantidad de usuarios con la que se va a empezar, así también como la distancia entre la matriz y las sucursales, el ancho de banda necesario. Y finalmente describe la información relevante sobre la selección de los equipos que serán los responsables de brindar los servicios.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| AGRADECIMIENTO | II |
| DEDICATORIA | III |
| TRIBUNAL DE EVALUACIÓN | IV |
| RESUMEN..... | VI |
| ÍNDICE GENERAL..... | VII |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 1 |
| 1.2. Objetivo General..... | 2 |
| 1.3. Objetivos Específicos | 2 |
| 1.4. Alcance | 2 |
| 1.5. Sistema de VOIP | 3 |
| 1.5.1. Como funciona VOIP | 4 |
| 1.5.2. Protocolos de VOIP | 5 |
| 1.5.3. Protocolos de señalización | 6 |
| 1.5.4. Suite de protocolos H.323..... | 6 |
| 1.5.5. Protocolo SIP | 6 |
| 1.5.6. Códecs | 7 |
| 1.5.7. Gatekeeper..... | 8 |
| 1.6. Calidad de Servicio en VOIP (QoS) | 8 |
| 1.7. Parámetros de QoS | 8 |
| 1.7.1. Rendimiento | 8 |

| | |
|---|----|
| 1.7.2. Carga..... | 8 |
| 1.7.3. Retardo | 9 |
| 1.7.3.1 Límites de retardo (UIT G.114)..... | 9 |
| 1.7.3.2. Orígenes del retardo..... | 9 |
| 1.7.3.3. Retardo de codificación | 10 |
| 1.7.3.4. Retardo de paquetización..... | 10 |
| 1.7.4. Jitter..... | 10 |
| 1.7.5. Perdida de paquetes..... | 10 |
| 1.8. Calidad de voz | 10 |
| 1.9. Plataformas de telefonía | 11 |
| 1.9.1. Software Open source..... | 11 |
| 1.9.1.1. Distribuciones de Linux..... | 12 |
| 1.9.2. Asterisk | 12 |
| 1.9.2.1. Historia..... | 12 |
| 1.9.2.2. Características..... | 12 |
| 1.9.3. Alternativas IP PBX basadas en Asterisk. | 13 |
| 1.9.3.1. Asterisk Now | 13 |
| 1.10. Resumen de características..... | 14 |
| CAPÍTULO 2..... | 15 |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... | 15 |
| 2.1. Levantamiento de información preliminar de la red..... | 15 |
| 2.2. Estructura y elementos de la red..... | 17 |

| | | |
|------------------|---|----|
| 2.3. | Análisis del tráfico de VOIP Ethernet..... | 17 |
| 2.3.1. | Cálculos con el códec G. 729..... | 17 |
| 2.3.2. | Cálculos con el códec G. 711..... | 18 |
| 2.3.3. | Cálculo de los canales..... | 18 |
| 2.3.4. | Resumen del ancho de banda del enlace..... | 19 |
| 2.4. | Sistema VOIP e integración al correo electrónico | 20 |
| 2.5. | Plan de numeración | 22 |
| CAPÍTULO 3 | | 25 |
| 3. | DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN | 25 |
| 3.1. | Configuración del servidor principal | 25 |
| 3.1.1. | Descarga del sistema operativo..... | 25 |
| 3.1.2. | Instalación de sistema operativo..... | 28 |
| 3.1.3. | Configuración de la PBX..... | 32 |
| 3.1.3.1. | Configuración de las extensiones..... | 34 |
| 3.1.3.2. | Configuración del buzón de voz..... | 37 |
| 3.1.3.3. | Configuración de grabación de llamadas..... | 38 |
| 3.1.4. | Configuración de software cliente..... | 38 |
| 3.1.5. | Configuración de POSTFIX..... | 41 |
| 3.1.6. | Configuración de Exchange para entrega de correos de notificación..... | 43 |
| 3.2. | Buzones personales de voz..... | 47 |
| 3.3. | Configuración Cron tab para que elimine las llamadas almacenadas cada 3 meses..... | 49 |

| | | |
|-------------------------------------|---|----|
| 3.4. | Configuración de mensajes de bienvenida | 51 |
| 3.5. | Configuración de Teléfonos IP mediante el protocolo SIP | 53 |
| CAPÍTULO 4 | | 55 |
| 4. | ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO Y PLAN DE TRABAJO | 55 |
| 4.1. | Estudio técnico económico | 55 |
| 4.1.1. | Análisis de los costos actuales de telefonía | 55 |
| 4.1.2. | Análisis de los costos de la telefonía IP | 56 |
| 4.1.3. | Ahorro económico | 58 |
| 4.2. | Descripción y características de equipos para VOIP | 59 |
| 4.3. | Plan de trabajo..... | 61 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 63 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 64 |

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La empresa EC MOTORS se dedica a la reparación y mantenimiento de vehículos, cuenta con 5 años en el mercado brindado su servicio a empresas y a personas naturales, su matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil la cual cuenta con varias sucursales alrededor del territorio ecuatoriano.

Durante el tiempo que lleva operando se ha ido manejando la comunicación de voz con las diferentes oficinas mediante el sistema tradicional de telefonía pública resultando así en costos muy elevados, debido a que en sus centros de atención se manejan las solicitudes de los clientes luego se necesita consultar con el taller y el personal encargado sobre el avance de los trabajos en los vehículos, y hacerlo mediante la telefonía convencional está resultando en un gasto extra innecesario para la empresa.

Además de que no se obtiene un control sobre las llamadas realizadas. Por esta razón la compañía ha entrado en un proceso de reducción de costos buscando alternativas a su problema.

Debido a problemas similares al descrito en los párrafos anteriores, cada vez es más necesario el poder integrar diferentes servicios en uno solo (voz, datos y videos). Por esta razón Internet ya no solo se utiliza para compartir información sino también para comunicarse en tiempo real mediante mecanismos que permitan poder transmitir voz a diferentes lugares distantes a un bajo costo y tener el control sobre las mismas.

Debido aquello optar por una solución de red para poder transmitir voz por el mismo canal de los datos se está volviendo una medida acertada y escalable teniendo presente que los costos por la telefonía pública tradicional suelen ser muy elevados peor aún si se hace uso del mismo de manera constante.

Por estos motivos, migrar a un sistema de telefonía IP que nos permite solucionar dichos inconvenientes, además de proporcionarnos otros beneficios

como el poder integrar otros servicios empresariales como el correo electrónico, la mensajería instantánea, el poder monitorear o controlar el flujo de llamadas que se realizan, mediante un central telefónica que estará implementada en la misma empresa para facilitar la administración de la comunicación de voz es una solución muy acertada hoy en día.

1.2. Objetivo General

Implementar un sistema de telefonía basado en VOIP para reducir los gastos relacionados al consumo telefónico, y poder controlar las llamadas realizadas dentro de la empresa y sus oficinas sucursales permitiendo de esta manera escalabilidad.

1.3. Objetivos Específicos

Se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Reducir los gastos de llamadas entre departamentos y oficinas.
- Mejorar el tiempo de respuesta en los centros de atención al cliente. (Control de llamadas contestadas y abandonadas).
- Guardar un registro de todas las llamadas realizadas (Detalles de llamadas).
- Auditar llamadas realizadas (Grabar llamadas).
- Utilizar la red IP disponible en lo mayor de lo posible.
- Integrar los servicios de correo y VoIP (Correos para notificación de mensajes de voz).

1.4. Alcance

EC Motors tiene una oficina principal la cual está ubicada en la ciudad de Guayaquil, cuenta con tres sucursales una ubicada en la capital del Ecuador, Quito. Una dedicada a la atención al cliente en Cuenca y finalmente una oficina de producción en Guayaquil.

En la empresa se llevara a cabo la implementación de una central de telefonía IP, en la cual las estaciones de trabajo de los empleados contarán con un

programa en sus computadoras que simulará un teléfono IP (softphone) para poder realizar llamadas dentro de la compañía y sus distintas oficinas para de esa manera ahorrar costos de teléfonos IPs, dejándolos solo para uso de tipo ejecutivo, las secretarías y a manera de respaldo en caso de una emergencia en alguna de las áreas de la compañía.

En el capítulo 2 se dará más detalles acerca del plan de numeración para las respectivas extensiones junto con sus respectivos permisos para llamadas e instalación y configuración de la central telefónica basada en un software libre, el cual es Asterisk. De igual forma gracias a este mismo software se podrá realizar el monitoreo o auditoría de las llamadas generadas en la empresa.

1.5. Sistema de VOIP

VOIP es un acrónimo de Voz sobre Protocolo de Internet (Voice over Internet Protocol), o en términos más comunes, servicios de telefonía a través de Internet. Si se tiene una conexión de razonable calidad a Internet, se puede obtener servicio telefónico a través de su conexión a Internet en lugar del de su compañía telefónica local.

VoIP permite la unificación de la transmisión de voz con la transmisión de datos en una única red convergente que permita la transmisión de todo tipo de comunicación como voz, datos, video o cualquier tipo de información. Y es por esto que decimos que VoIP no es un servicio, sino una tecnología. Una que permite encapsular en paquetes de datos la voz para poder ser transmitidos sobre redes de datos y no sobre circuitos conmutados convencionales PSTN.

Las redes convencionales se basaban en el concepto de conmutación por circuitos, es decir, una comunicación requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que lo requiera, esto implica que los recursos que intervienen en el establecimiento de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera llamada finalice.

VoIP no utiliza circuitos para la conversación, sino que envía múltiples de conversaciones a través del mismo canal, codificadas en paquetes y flujos independientes. Cuando ocurre un silencio dentro de una conversación, los

paquetes de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de los recursos.

1.5.1. Como funciona VOIP

Muchas personas han utilizado un computador y un micrófono para grabar una voz humana o de otros sonidos. El proceso consiste en la toma de muestras de sonido a través del ordenador a una velocidad muy alta (generalmente 8.000 veces por segundo o más) y el almacenando esas "muestras" en memoria o en un archivo en el computador.

Cada muestra de sonido es sólo una muy pequeña porción de la voz de la persona u otro sonido grabado por el equipo. El computador tiene los medios para tomar todas esas muestras y reproducirlos, para que el oyente pueda oír lo que se grabó.

VoIP se basa en la misma idea, pero la diferencia es que las muestras de audio no se almacenan localmente. En su lugar, se envían a través de la red IP a otro equipo y son reproducidas allí.

Al grabar las muestras de sonido, el computador debe comprimir esos sonidos, para que requieran menos espacio y registren solo un rango de frecuencia limitado.

Existen una serie de formas de comprimir audio, el algoritmo se conoce como un "CODEC" (compresor / de-compresor). Existen muchos códecs para una variedad de aplicaciones (por ejemplo, películas y grabaciones de sonido) y, para VoIP, los códecs están optimizados para la compresión de voz, lo que reduce significativamente el ancho de banda utilizado en comparación con un flujo de audio sin comprimir. Los códecs de voz están optimizados para mejorar las palabras habladas a expensas de los sonidos fuera del rango de frecuencias de la voz humana.

La música grabada y otros sonidos generalmente no suenan muy bien cuando pasa a través de un códec de voz, pero eso es perfectamente para la tarea en cuestión. Sin embargo, algunos códecs "banda ancha" hacen un buen trabajo tanto con la voz y la música.

Una vez que el sonido es grabado por el ordenador y comprimido en muestras muy pequeñas, las muestras se recogen en trozos más grandes y se colocan en paquetes de datos para la transmisión sobre la red IP. Este proceso se refiere a la paquetización. Generalmente, un solo paquete IP contendrá 10 o más milisegundos de audio, con 20 o 30 milisegundos siendo el más común.

Algunos paquetes de datos se pueden perder, y los códecs deben compensar la pérdida de los paquetes “llenando los vacíos” con el audio que sea aceptable para el oído humano. Este proceso se conoce como (PLC). En algunos casos, los paquetes se envían varias veces a fin de superar la pérdida de paquetes. Este método se llama, muy apropiadamente, redundancia. Otro método para hacer frente a la pérdida de paquetes, es conocido como la corrección de errores en recepción (FEC), que consiste en incluir alguna información de los paquetes transmitidos con anterioridad en los paquetes subsiguientes.

Mediante la realización de operaciones matemáticas en un esquema FEC particular, es posible reconstruir un paquete perdido desde la información de paquetes vecinos.

Las aplicaciones de VoIP en general miden el retardo de paquetes y esperan que el retardo se mantenga relativamente constante, aunque el retraso puede aumentar y disminuir durante el curso de una conversación. La variación del retardo (llamado jitter), existe y debe ser contemplado. Retardo significa que se necesita más tiempo para que la voz grabada hablada por la primera persona sea escuchada por el usuario en el otro extremo. En general, buenas redes tienen un retardo de extremo a extremo de menos de 100 ms, aunque retrasar hasta 400 ms se considera aceptable (especialmente cuando se utilizan sistemas de satélite) [1].

1.5.2. Protocolos de VOIP

Un protocolo es un estándar utilizado para definir un método de intercambio de datos a través de una red informática tal como la red de área local, Internet, Intranet, etc. Cada protocolo tiene su propio método

de cómo y cuándo los datos se envían y qué hacer con ellos una vez recibidos, como están comprimidos o cómo comprobar si hay errores en los mismos.

Al igual que todos los demás aspectos de las comunicaciones por Internet, VoIP ha evolucionado rápidamente desde su introducción en 1995, y sigue evolucionando hoy [2]. A continuación describiremos partes importantes de la comunicación VoIP.

1.5.3. Protocolos de señalización

En la comunicación VoIP, la señalización que controla la conversación es distinta del flujo de datos que llevan el contenido de voz de la conversación. Los flujos de datos de VoIP se transportan en paquetes UDP sin conexión. Muchas configuraciones utilizan UDP para la señalización también, pero algunos requieren TCP orientado a la conexión, y pocos TCP o UDP para la señalización [3].

1.5.4. Suite de protocolos H.323

H.323 es un estándar ITU-T que ofrece conferencias multimedia de vídeo, voz y capacidad de datos para su uso a través de redes de conmutación de paquetes. Es el protocolo VoIP de mayor despliegue en los mercados empresariales y de transporte.

- H.460.x es una serie de extensiones independientes para el protocolo base de H.323
- V.150.1 define la forma para transmitir señales de módem.
- H.235 define la seguridad dentro de los sistemas H.323
- X.691 define las reglas de codificación compactada (PER / Packed Encoding Rules) utilizados para codificar mensajes para la transmisión en la red.

1.5.5. Protocolo SIP

Protocolo de Inicio de Sesión (SIP / Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización utilizado para crear, gestionar y terminar

sesiones en una red basada en IP. Una sesión puede ser una simple llamada de teléfono de dos vías o podría ser una sesión de conferencia multimedia de colaboración.

Es un estándar (RFC 3261) presentada por Internet Engineering Task Force (IETF). Una de las cosas maravillosas acerca de SIP es que es un protocolo basado en texto inspirado en el modelo de solicitud / respuesta utilizado en HTTP. Esto hace que sea fácil de depurar porque los mensajes son fáciles de construir (si usted es un desarrollador) y fácil de ver (si usted es un administrador de red).

En contraste con H.323, SIP es un protocolo muy simple. Sin embargo, tiene suficientes características de gran alcance para modelar el comportamiento de una muy compleja centralita telefónica tradicional.

SIP puede correr sobre IPv4 e IPv6 y puede utilizar TCP o UDP. Las implementaciones más comunes, sin embargo, utilizan IPv4 y UDP. Esto reduce al mínimo los gastos generales, acelerando así el rendimiento. Por defecto utiliza el puerto UDP 5060 [4].

1.5.6. Códecs

Un códec (codificador / decodificador) se encarga de la conversión de señales analógicas en formato digital, y viceversa. Sistemas de VoIP pueden utilizar cualquiera de una amplia variedad de códecs para voz, video, o ambos. En VoIP, el códec utilizado se refiere a menudo como el método de codificación o el tipo de carga útil para el paquete RTP.

Códec diseñadores buscan optimizar entre los tres factores principales: la velocidad de las operaciones de codificación / decodificación (retardo de paquetización), la calidad y fidelidad de sonido y / o señal de vídeo, y el tamaño de la corriente de datos codificada resultante.

En la tabla 1 mostrada a continuación la columna de la velocidad de datos se refiere a los datos comprimidos (codificados), mientras que la columna de ancho de banda describe el audio sin comprimir equivalente datos entregados por el códec. (Tabla 1)

| Códec | Tasa de datos | Retardo de paquetización | Ancho de banda |
|---------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| G.711u | 64.0 Kbps | 1.0 msec | 87.2 Kbps |
| G.711a | 64.0 Kbps | 1.0 msec | 187.2 Kbps |
| G.726 | 32.0 Kbps | 1.0 msec | 55.2 Kbps |
| G.729 | 8.0 Kbps | 25.0 msec | 31.2 Kbps |
| G.723.1 MPMLQ | 6.3 Kbps | 67.5 msec | 21.9 Kbps |
| G.723.1 ACLEP | 5.3 Kbps | 67.5 msec | 20.8 Kbps |

Tabla 1: Tasa de datos de los Códecs

1.5.7. Gatekeeper

Administra una zona H.323, provee información/traslación a los terminales miembros de la zona, y a los Gatekeepers que administran otras zonas. Además de: Traslación de direcciones, Control en la admisión y Control de Ancho de Banda.

1.6. Calidad de Servicio en VOIP (QoS)

Calidad de servicio se refiere a la capacidad de una red para lograr el máximo de ancho de banda y hacer frente a otros elementos de rendimiento de red como latencia, tasa de error y tiempo de actividad. Calidad de servicio también implica el control y la gestión de los recursos de red mediante el establecimiento de prioridades para tipos específicos de datos como voz, video y datos en la red. QoS se aplica exclusivamente al tráfico de red generado para el video bajo demanda, IPTV, VoIP, Streaming Multimedia, videoconferencias y juegos en línea [5].

1.7. Parámetros de QoS

1.7.1. Rendimiento

La cantidad de datos recibidos por el destino se denomina rendimiento de la comunicación. Se calcula en términos de bits por seg. o Kbit por seg. Para que cualquier red sea más eficiente, debe tener un alto valor de rendimiento.

1.7.2. Carga

La cantidad de datos que una red puede llevar en intervalos de tiempo se denomina como la carga de la comunicación. Se calcula en términos de bits / seg o Kbits / seg. Para que cualquier red sea más eficiente, debe tener menor valor de carga. Podemos decir que la carga de la red es inversamente proporcional al rendimiento de la red.

1.7.3. Retardo

Es el tiempo empleado por la información, enviada por la fuente, para llegar al nodo final (destino). Es calculada en segundos o minutos. Para que cualquier red sea más eficiente, debe tener un valor de retardo mínimo. Podemos decir que la demora en la red es inversamente proporcional al rendimiento de la red.

La calidad de la voz se ve afectada en función de los siguientes factores:

- Algoritmos de compresión
- Pérdidas y retransmisión de tramas.
- La cancelación del eco y retardos.

1.7.3.1 Límites de retardo (UIT G.114)

En la tabla a continuación se puede observar los diferentes rangos para el retardo

| Rango en milisegundos | Descripción |
|-----------------------|---|
| 0 – 150 | Aceptable para aplicaciones comunes. |
| 150 – 400 | Aceptable, cuando el administrador de red conoce las necesidades del usuario. |
| Más de 400 ms | Inaceptable para la mayoría de planificaciones de red. |

Tabla 2: Rango de retardo en milisegundos

1.7.3.2. Orígenes del retardo

Retardo Fijo: Se suma al total del retardo de la conexión.

Retardo Variable: Se suma por retrasos en las colas de buffer.

1.7.3.3. Retardo de codificación

Es el tiempo que le toma al DSP en comprimir las muestras PCM, debido a que los códecs trabajan de maneras diferentes, este retardo tiende a variar dependiendo del códec de voz, de la velocidad y la carga del procesador [6].

1.7.3.4. Retardo de paquetización

Es el tiempo para completar un paquete (carga útil), de la información codificada y comprimida. Este retardo depende del tamaño del bloque requerido por el códec de voz y el la cantidad de bloques encapsulados en una trama.

1.7.4. Jitter

Es el valor que representa la diferencia en el tiempo empleado por los paquetes para alcanzar el destino. Esta variación se debe a los cambios de ruta o la congestión de la red. Se calcula en términos de segundos o minutos.

1.7.5. Perdida de paquetes

Número de paquetes perdidos durante el proceso de propagación se denomina como pérdida de paquetes.

1.8. Calidad de voz

Hay varios enfoques para proporcionar QoS en redes IP. Sin embargo, la primera pregunta es si QoS es realmente necesario. Algunos ingenieros de Internet argumentan que si la ocupación de la red es baja, entonces el rendimiento debe ser bueno. Esencialmente, mejorar las capacidades de la red (incluyendo ancho de banda y los enrutadores) es menos costoso que la aplicación de QoS.

QoS se puede lograr mediante la administración de colas en el router y mediante el enrutamiento del tráfico en partes congestionadas de la red. Existen 2 conceptos claves para QoS, el modelo IntServ y DiffServ.

El concepto de IntServ consiste en reservar recursos para cada flujo de datos a través de la red. RSVP fue diseñado originalmente para ser el protocolo de reserva. Cuando una aplicación solicita una QoS específica para su flujo de datos, RSVP puede ser usado para entregar la solicitud a cada enrutador a lo largo de la ruta y para mantener el estado del enrutador y así proporcionar el servicio requerido.

RSVP transmite 2 tipos de flujos de especificaciones conforme a las normas IntServ. La especificación de tráfico (Tspec) describe el flujo, y la especificación de petición de servicio (Rspec) describe el servicio solicitado bajo el supuesto de que el flujo se adhiere a la Tspec. Las implementaciones actuales de IntServ permiten una elección de servicio garantizada o servicio de carga controlada.

1.9. Plataformas de telefonía

Una central telefónica IP se conforma por uno o más teléfonos SIP/teléfonos VOIP, un servidor de centralita IP y opcionalmente una Pasarela VOIP. El servidor de centralita IP es similar a un servidor proxy: los clientes SIP, bien se trate de teléfonos virtuales o de teléfonos basados en hardware, se registran en el servidor de la centralita IP y cuando desean realizar una llamada, le solicitan a la centralita IP que establezca la conexión.

La central IP posee un directorio de todos los teléfonos/usuarios y su correspondiente dirección SIP y por ello puede conectar una llamada interna o encaminar una llamada externa a través de una pasarela VOIP o un prestador de servicios VOIP [7].

1.9.1. Software Open source

Es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. Es decir, el “software libre” es un tema de libertad, no de precio. Para entender el

concepto, piense en “libre” como en “libre expresión”, no como en “barra libre” [8].

1.9.1.1. Distribuciones de Linux

Una distribución no es otra cosa, que una recopilación de programas y ficheros, organizados y preparados para su instalación. Estas distribuciones se pueden obtener a través de Internet, o comprando los CDs de las mismas, los cuales contendrán todo lo necesario para instalar un sistema Linux bastante completo y en la mayoría de los casos un programa de instalación que nos ayudara en la tarea de una primera instalación. Casi todos los principales distribuidores de Linux, ofrecen la posibilidad de bajarse sus distribuciones, vía FTP (sin cargo alguno) [9].

1.9.2. Asterisk

Es una implementación de software de una central privada telefónica (PBX); permite que los teléfonos asociados realizar llamadas a otros, y conectarse a otros servicios telefónicos, como la red pública telefónica (PSTN) y voz sobre protocolo de internet (VoIP). Su nombre proviene del símbolo de asterisco, *.

Asterisk es liberado con un modelo de licencia dual, usando la Licencia Pública General de GNU (GPL), como una licencia de software libre y una licencia de software propietario para permitir que los titulares licencien y distribuyan componentes del sistema no publicados [10].

1.9.2.1. Historia

Asterisk fue creada en 1999 por Mark Spencer de Digium. Originalmente diseñado para Linux, Asterisk se ejecuta en una variedad de sistemas operativos, incluyendo NetBSD, OpenBSD, FreeBSD, Mac OS X y Solaris. Asterisk es lo suficientemente pequeño para ejecutarse en un entorno integrado.

1.9.2.2. Características

El software Asterisk incluye muchas características disponibles en los sistemas PBX propietarios: correo de voz, llamadas de conferencia, respuesta de voz interactiva (menús del teléfono), y distribución automática de llamadas. Asterisk soporta varios estándares de voz a través de protocolos IP, incluido el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP), la puerta de enlace de protocolo de control de medios (MGCP), y H.323. Asterisk soporta la mayoría de los teléfonos SIP, actuando tanto como para registrar el usuario y como back-to-back agent user, puede ser utilizado como una puerta de enlace entre teléfonos IP y la red pública telefónica a través de interfaces T o E o tarjetas analógicas FXO.

Asterisk fue uno de los primeros paquetes de software PBX de código abierto. Además de los protocolos de VoIP, Asterisk soporta los protocolos de conmutación de circuitos tradicionales como RDSI y SS7. Esto requiere de tarjetas de interfaz de hardware apropiado, comercializados por otros fabricantes. Cada protocolo requiere la instalación de módulos de software.

1.9.3. Alternativas IP PBX basadas en Asterisk.

1.9.3.1. Asterisk Now

AsteriskNOW! es una distribución de GNU/Linux basada en CentOS que permite transformar una PC en una central telefónica PBX basada en Asterisk.

Su sencilla instalación permite tener corriendo una central telefónica en cuestión de minutos. Incluye características como la creación de extensiones, menús de voz interactivos (IVR), distribución automática de llamadas, llamadas en conferencia, correo de voz, entre otras.

Soporta un gran número de códecs como G.711, G.722 entre otros. Es posible trabajar con un gran número de protocolos también como SIP y IAX2 [11].

1.10. Resumen de características

Dada las diferentes plataformas de telefonía que existen hoy en día para poder tener una alternativa de solución se realizó un análisis, el cual se resume en la siguiente tabla comparativa entre las diferencias y similitudes de ellas [12]. Ejemplo: ver Tabla 3.

| | AsteriskNow | Elastix | Trixbox |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Protocolos | SIP , IAX, IAX2, MGCP (Media Gateway Control Protocol, H.323, SCCP | SIP/IAX2/H.323/ MGCP/SCCP/FXS/ FXO/DTMF/PR | SIP/IAX2/H.323/ MGCP/SCCP/FXS/ FXO/DTMF/PRI |
| Códecs de audio | G.711, G.729, G.723.1 GSM, G.726, iLBC | G.711, G.722, , G.726, G.729, G.723.1, GSM, G.726, iLBC | G.711, G.729, G.723.1, GSM, G.726, iLBC |
| Códecs de video | h261, h263, h263p | h.263, h.261, h264. | h263, h263p |
| Troncales SIP | Si | Si | Si |
| Administración y monitoreo Web | Si | Si | Si |
| RAM | 384 MB | 256 MB | 256 MB |
| Disco Duro | | | |
| Interoperabilidad | Con Asterisk, Elastix, Trixbox | Con Asterisk, Elastix, Trixbox | Con versiones anteriores a Asterisk home. |
| Escalabilidad | Si | Si | Si |
| Interfaces | T1/E1, PRI, FXS, FXO | T1/E1, PRI, FXS, FXO | T1/E1, PRI, FXS, FXO |
| Control de | Si | Si | Si |

| | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| llamadas | | | |
| Soporte de llamadas Simultaneas | 1000 llamadas simultáneas | 1000 llamadas simultáneas | 1000 llamadas simultáneas |

Tabla 3: Plataformas de telefonía IP

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

2.1. Levantamiento de información preliminar de la red.

EC Motors es una empresa comercial que cuenta con 4 oficinas, que están ubicadas en 3 ciudades distintas alrededor del territorio ecuatoriano, cada oficina cuenta con un determinado número de empleados y equipos conectados a la red, por lo que a continuación se detallará el tamaño de cada subred en sus distintas sucursales:

Oficina Matriz → subred de 300 hosts (computadores, impresoras, servidores)

Oficina Sucursal de Producción → subred de 200 hosts

Oficina Sucursal de Atención al cliente → subred de 100 hosts

Oficina Sucursal → subred de 150 hosts

Dicha empresa posee una red que se encuentra distribuida según la figura 2.1 mostrada a continuación

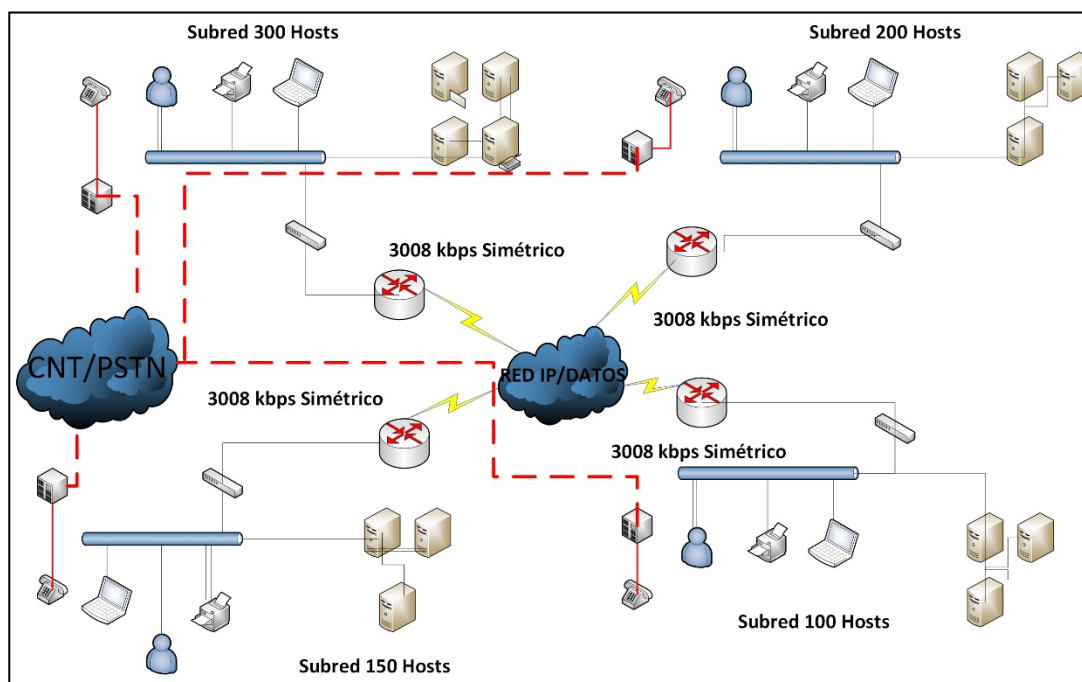


Figura 2.1: Red IP actual de la Empresa EC MOTORS

La oficina principal que se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil consta de 5 departamentos los cuales son gerencia, administrativo, secretaria, RRHH y sistemas; en los cuales se haya 300 hosts y actualmente existen 100 extensiones mediante el uso de la telefonía pública convencional.

La oficina sucursal de producción que se encuentra ubicada de igual manera en la ciudad de Guayaquil consta de 3 áreas la de producción propiamente dicha, administración y sistemas; en la cual se haya 200 hosts y 20 extensiones.

La oficina de sucursal de atención al cliente que está ubicada en la ciudad de Cuenca consta de 4 áreas las cuales son administración, sistemas, atención al cliente y servicio al cliente. En esta sucursal se haya 100 hosts y 60 extensiones telefónicas distribuidas entre sus distintas áreas.

Y finalmente la última sucursal que está ubicada en la capital de la república Quito; posee 5 áreas que son administración, ventas, contabilidad, sistemas y recepción. De igual modo se haya 150 hosts y 100 extensiones.

En total la red corporativa de la empresa es de 750 equipos en red en la que el ancho de banda es de 3008 Kbps en cada enlace que existe hacia internet y

280 extensiones distribuidas entre las distintas oficinas que se encuentran en el territorio ecuatoriano. De las cuales un estimado es que 100 vendedores realizan 5 llamadas diarias cada una de 4 minutos, y el flujo de llamadas internas es que por cada extensión se realizan 2 llamadas con una duración aproximada de 3 a 4 minutos. Se destinará 1341.6 Kbps para efectos de la comunicación de voz IP.

Posee un rango público de direcciones IPv4 para configurar en sus diferentes equipos en red, cuya dirección de red es la 128.50.120.0/21

2.2. Estructura y elementos de la red.

La Empresa posee varios servicios ya establecidos como son el uso de active directory para el control y administración de los inicio de sesión en los equipos que se conectan a la red, dicho servicio se encuentra implementado en un servidor bajo Windows Server 2008 R2. De igual forma que el servicio de correo electrónico y DNS que posee.

En los equipos clientes se encuentra instalado un sistema operativo pagado de Microsoft, este es Windows 7 professional con sus últimas actualizaciones.

Cada oficina tiene acceso a internet por un único enlace con un ancho de banda de 3008 Kbps y de esa manera poder comunicarse. Internamente la compañía sigue una estructura o modelo colapsado en su arquitectura de enrutamiento al tener un router de borde en su capa de núcleo, switches administrables de capa 2 junto con dispositivos finales en su capa de distribución y acceso [13]. Esta arquitectura es usada tanto para su matriz como para sus sucursales.

2.3. Análisis del tráfico de VOIP Ethernet

Teniendo presente el diagrama de red de la empresa EC MOTORS se llevará a continuación una estimación del análisis de tráfico usando para aquello los 2 códecs g.711 y g.729 el cual uno es abierto y el otro pagado respectivamente., para una red Ethernet [14].

2.3.1. Cálculos con el códec G. 729

Se debe calcular el ancho de banda para VOIP para que de esa manera pueda funcionar correctamente. Pero primero se debe calcular la capacidad de ancho de banda disponible que tendría que ser suficiente para permitir la transferencia de paquetes por segundo (PPS)

La fórmula es:

$$\text{PPS} = \text{Tasa de bits del códec} / \text{Tamaño de la carga útil de la voz}$$

$$\text{PPS} = 8000 \text{ bps} / 20 \text{ bytes (160 bits)} = 50$$

Luego de se debe calcular el tamaño total del paquete (TTP)

La fórmula es:

$$\text{TTP} = \text{Cabecera de capa 2} + \text{Cabecera IP/UDP/RTP} + \text{T. de la carga útil}$$

$$\text{TTP} = 18 \text{ bytes (Ethernet)} + 40 \text{ bytes (20/8/12 bytes)} + 20 \text{ bytes}$$

$$\text{TTP} = 78 \text{ bytes} = 78 * 8 = 624 \text{ bits}$$

Una vez que tenemos estos dos cálculos, ahora sí se puede calcular el requerimiento de ancho de banda

La fórmula es:

$$\text{Ancho de banda} = \text{TTP} * \text{PPS}$$

$$\text{Ancho de banda} = 624 \text{ bits} * 50$$

$$\text{Ancho de banda} = 31200 \text{ bits por segundo} = 31.2 \text{ Kbps por llamada}$$

2.3.2. Cálculos con el códec G. 711

Usando las formulas anteriores se llevara a cabo el análisis pero usando ahora el códec G. 711

$$\text{PPS} = 64000 \text{ bps} / 1280 \text{ bits} = 50$$

$$\text{TTP} = 18 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes} = 218 * 8 = 1744 \text{ bits}$$

$$\text{Ancho de banda} = 50 * 1744 = 87200 \text{ bits por segundo}$$

$$\text{Ancho de banda} = 87.2 \text{ Kbps por llamada}$$

2.3.3. Cálculo de los canales

Una vez que tenemos el ancho de banda de llamada, se debe estimar el número de canales que se necesitan, teniendo presente que el flujo de llamadas internas diarias que posee la empresa es de 2 llamadas por cada extensión (280) con una duración de aproximadamente 3 a 4 minutos.

Para ello se debe definir primero el grado de servicio (GoS) el cual me da la probabilidad de que las llamadas sean bloqueadas por falta de línea, el cual en este análisis será de 0.05 (5 llamadas bloqueadas de cada 100 ofrecidas).

Luego se procede a estimar el tráfico ofrecido y el volumen del tráfico:

$$V = (280 \text{ usuarios} * 2 \text{ llamadas/usuario}) * (4 \text{ min/llamada}) = 2240 \text{ minutos}$$

$$A = 2240 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos} = 37.33 \text{ Erl}$$

Entonces para un tráfico de 37,33 Erl y una probabilidad de bloqueo del 5% se obtienen la cantidad de canales necesarios. En este caso se obtienen 43 canales para cursar el tráfico en el peor de los casos, que sería la hora más congestionada. [15]

2.3.4. Resumen del ancho de banda del enlace

Calcular con los respectivos códecs el ancho de banda proporcionado sin duda ayuda hacerse una idea de cuantas llamadas simultáneas se pueden realizar. Dado el análisis de los códecs se utilizarán el G. 711 y el G. 729, cada uno tiene sus ventajas y desventajas de uso.

Por ejemplo el G. 711 al implementarlo se gana en calidad de voz pero se pierde en consumo de ancho de banda ya que este códec no comprime casi la voz, en cambio el G. 729 se gana en menor uso de ancho de banda pero se pierde en la calidad de voz.

Por esta razón según la necesidad de la empresa, la mejor opción es usar el códec G. 729 para la parte WAN debido a su menor consumo de ancho de banda y mayor máximo de llamadas simultáneas que se

pueden realizar teniendo presente el ancho de banda dedicado que se le asigno para la voz sobre IP, el cual es de 1341.6 Kbps.

Pero para el uso LAN de cada oficina se usara el códec G. 711, ya que este nos entrega una mejor calidad de voz. Tal como se puede observar en la tabla 4

| Ancho de banda del enlace Ethernet | | | |
|---|--------------|-----------------------|----------------------|
| Canales | Códec | BW de llamadas | BW del enlace |
| 43 | G.729 | 31.2 Kbps | 1341.6 Kbps |
| | G.711 | 87.2 Kbps | 3749.6 Kbps |

Tabla 4: Ancho de banda del enlace Ethernet

2.4. Sistema VOIP e integración al correo electrónico

Anteriormente se analizó la situación actual de la red corporativa de la empresa, dicho análisis permite poder implementar el sistema de telefonía VOIP reemplazando de esta manera al sistema de telefonía convencional. Debido a que los cálculos arrojados ofrecen una buena disponibilidad del tráfico de voz sin afectar la de los datos debido al ancho de banda que posee en sus distintas oficinas.

De igual modo debido a que también posee una estructura jerárquica y parte de los servicios que ya tiene configurado es un servicio de directorio junto con el de correo electrónico manejado por un servidor Exchange facilita la posibilidad de integrarlo con el sistema de telefonía VOIP basado en un servidor Asterisk now.

Este servidor principal será configurado e implementado en la oficina matriz y por medio de enlaces troncales en las diferentes sucursales se implementara servidores remotos basados en la misma plataforma, de esa manera pudiendo comunicar a toda la empresa por medio de la creación de una VLAN dedicada a la comunicación por voz el cual tiene asignado un ancho de banda dedicado de 1008 Kbps para el correcto funcionamiento.

De igual modo en todas las oficinas en las computadoras se instalara un softphone “linphone” el cual permitirá enviar y recibir llamadas por medio de la red empresarial, además se adquirirán y configurarán teléfonos IPs en caso de los usuarios que no posean un computador o en caso de emergencia.

De igual modo se usará algunos de los teléfonos ya existentes por medio de un Gateway VOIP que permitirá que las llamadas salientes generadas por la central tradicional se conviertan a IP y salgan por la conexión a Internet, o al revés, que la central convencional pueda recibir llamadas IP, será 1 gateway VOIP de 24 puertos FXS instalado por cada oficina. De esa manera podrá haber una convivencia entre ambas tecnologías.

En las figuras 2.2 y 2.3 mostradas a continuación se describe cómo quedaría la red una vez implementado el sistema de telefonía de voz sobre IP.

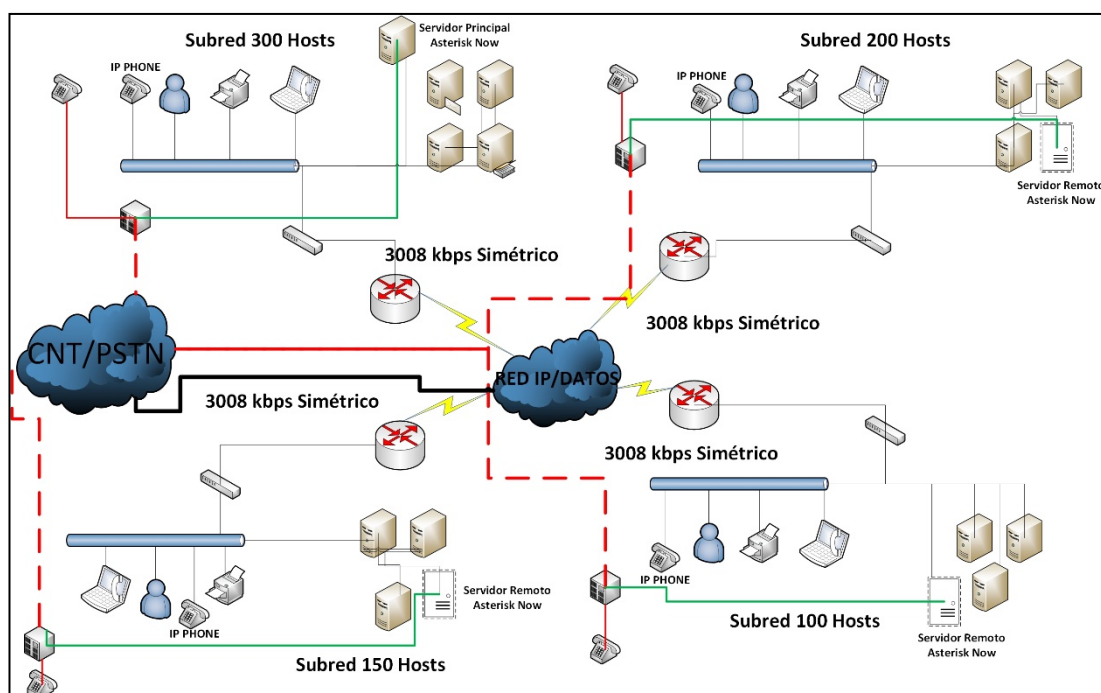


Figura 2.2: Red IP implementando el sistema VOIP en la Empresa EC MOTORS

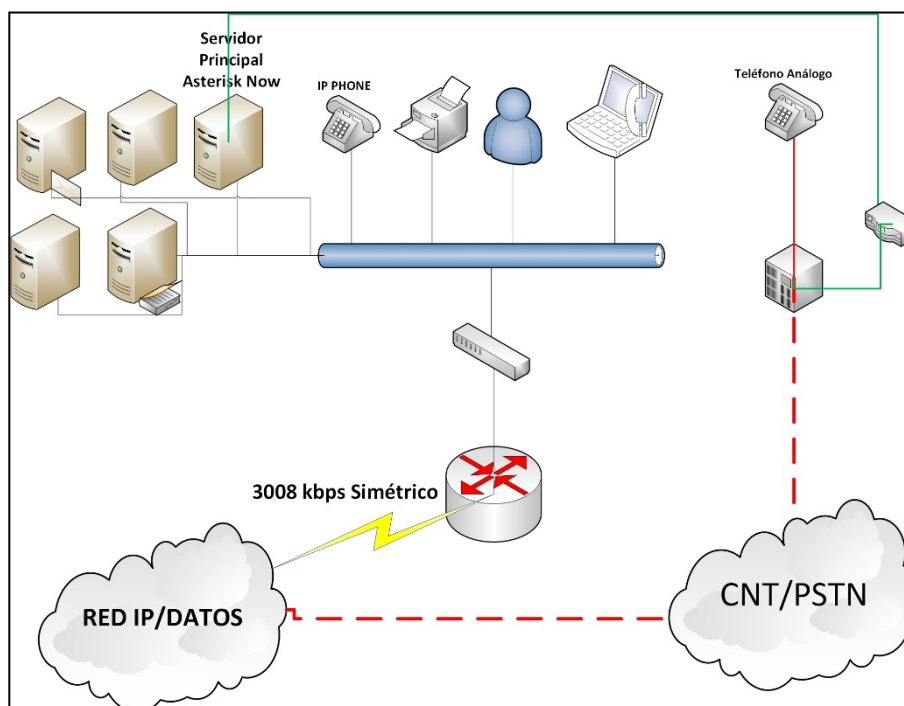


Figura 2.3: Arquitectura de la solución

Dentro de los sistemas que ya se encuentran operativos en la empresa son:

- Microsoft Active Directory
- Microsoft Exchange Server
- Windows 7

Al igual que los Software a utilizar para implementación:

- Asterisk Now
- Linphone

2.5. Plan de numeración

Como se ha mostrado EC Motors cuenta con una oficina matriz y 3 sucursales, en las cuales se conoce que GYE-Matriz cuenta con 100 extensiones, GYE-Sucursal cuenta con 20 extensiones, UIO-Sucursal cuenta con 100 extensiones y finalmente CUE-Sucursal posee 60 extensiones. Dado dichos requerimientos e implementando el sistema de VOIP, se mostrará en las tablas 5, 6, 7 y 8 el plan de numeración que poseerán las diferentes oficinas.

| Nombre | Área | Número Terminal | Protocolo | Dir. IP |
|--------------------------|----------------|------------------------|------------------|----------------------|
| <i>GYE-MATRIZ</i> | | | | |
| Usuarios | Administración | 1000 - 1029 | SIP | 128.50.121.11 - .30 |
| Usuarios | Sistemas | 1100 – 1119 | SIP | 128.50.121.31 - .50 |
| Usuarios | RRHH | 1200 – 1229 | SIP | 128.50.121.51 - .80 |
| Usuarios | Secretaría | 1300 – 1304 | SIP | 128.50.121.81 - .85 |
| Usuarios | Gerencia | 1400 - 1414 | SIP | 128.50.121.86 - .100 |

Tabla 5: Plan de numeración GYE-Matriz

| Nombre | Área | Número Terminal | Protocolo | Dir. IP |
|----------------------------|----------------|------------------------|------------------|---------------------|
| <i>GYE-SUCURSAL</i> | | | | |
| Usuarios | Sistemas | 2000 – 2005 | SIP | 128.50.122.11 - .16 |
| Usuarios | Administración | 2100 – 2111 | SIP | 128.50.122.21 - .32 |
| Usuarios | Producción | 2200 – 2201 | SIP | 128.50.122.31 - .40 |

Tabla 6: Plan de numeración GYE-Sucursal

| Nombre | Área | Número Terminal | Protocolo | Dir. IP |
|----------------------------|----------------|------------------------|------------------|-----------------------|
| <i>UIO-SUCURSAL</i> | | | | |
| Usuarios | Administración | 3000 – 3002 | SIP | 128.50.124.11 - .40 |
| Usuarios | Contabilidad | 3100 – 3100 | SIP | 128.50.124.41 – 50 |
| Usuarios | Secretaría | 3200 – 3201 | SIP | 128.50.124.51 - .55 |
| Usuarios | Ventas | 3300 – 3309 | SIP | 128.50.124.61 - .95 |
| Usuarios | Sistemas | 3400 - 3404 | SIP | 128.50.124.101 - .120 |

Tabla 7: Plan de numeración UIO-Sucursal

| Nombre | Área | Número Terminal | Protocolo | Dir. IP |
|---------------------|---------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| CUE-SUCURSAL | | | | |
| Usuarios | Administración | 4000 – 4024 | SIP | 128.50.126.11 - .35 |
| Usuarios | Sistemas | 4100 – 4114 | SIP | 128.50.126.41 - .55 |
| Usuarios | Atención al cliente | 4200 – 4209 | SIP | 128.50.126.61 - .70 |
| Usuarios | Servicio al cliente | 4300 – 4309 | SIP | 128.50.126.81 - .90 |

Tabla 8: Plan de numeración CUE-Sucursal

Según las tablas 5, 6, 7 y 8 mostradas anteriormente, se debe definir los permisos para las llamadas que tendrán los usuarios, para lo cual se tomarán en cuenta las áreas a la que pertenecen, tal como lo indica la tabla 9 mostrada a continuación.

| ÁREAS | LLAMADAS | | | |
|----------------|----------|---------|------------|-----------------|
| | Internas | Locales | Nacionales | Internacionales |
| Administración | x | x | x | |
| Sistemas | x | x | | |
| RRHH | x | x | | |
| Secretaría | x | | | |
| Gerencia | x | x | x | x |
| Contabilidad | x | x | x | |
| Ventas | x | x | x | x |

| | | | | |
|---------------------|---|---|---|--|
| Producción | x | x | | |
| Atención al cliente | x | x | x | |
| Servicio al cliente | x | x | x | |

Tabla 9: Permisos de las llamadas

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1. Configuración del servidor principal

3.1.1. Descarga del sistema operativo

Debemos descargar el sistema operativo, la distribución de Linux que utilizaremos como base para nuestro sistema de telefonía IP. Debemos ir al siguiente link:

www.asterisk.org

En la página principal iremos a la sección de *descargas* como muestra la figura 3.3 a continuación:



Figura 3.3: Sección descargas, página de Asterisk

Posterior a eso, iremos a la parte inferior de la sección de descargas y encontraremos el botón con el que podremos descargar la imagen del sistema, en formato ISO, como se muestra en la figura 3.4 a continuación:

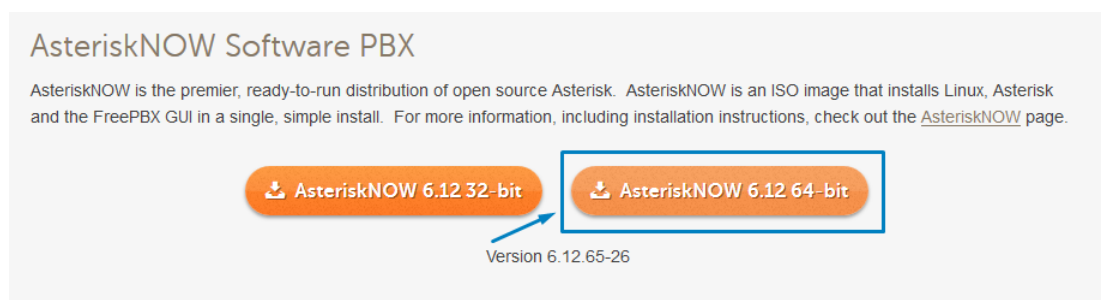


Figura 3.4: Descarga del sistema operativo, página de Asterisk

Luego se nos solicitara que llenemos un breve formulario. Ejemplo: ver figura 3.5

Welcome to the Asterisk Community

You're one step closer to using the world's most popular open-source communications platform. By sharing your contact information using this *optional* form, you'll receive news of Asterisk promotions, user events, updates and releases. And of course, you can opt out at any time.

First Name

Last Name

Email

Company

What is your job title?

Country

Thanks again and welcome to the Asterisk community!

Figura 3.5: Formulario, página de Asterisk

Después de eso podemos dar click en el botón de “Download” y comenzar con la descarga, la cual tiene un peso total de 1.1 GB como muestra la figura 3.6 a continuación:

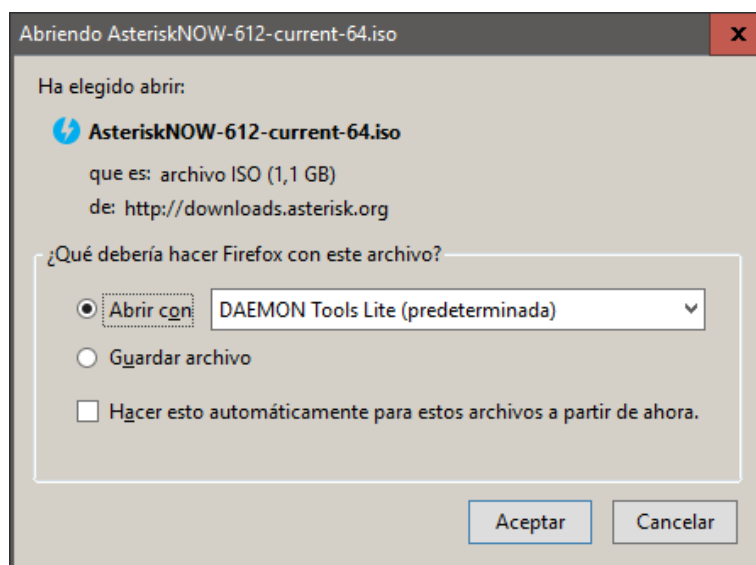


Figura 3.6: Descarga de la Imagen del sistema

3.1.2. Instalación de sistema operativo

Luego de crear una USB booteable o quemar la imagen en un DVD, debemos arrancar el sistema en nuestro nuevo servidor. La primera pantalla que nos aparecerá será la mostrada en la figura 3.7



Figura 3.7: Sistema operativo, Asterisk

En la cual debemos elegir la primera opción, instalación completa (Full Install) ya que los parámetros de configuración son más sencillos de configurar; Luego de eso continuamos con el proceso de instalación. El siguiente recuadro que nos aparecerá, nos solicitara elegir como deseamos la configuración IP del equipo, seleccionaremos la opción manual. Ejemplo: ver figura 3.8

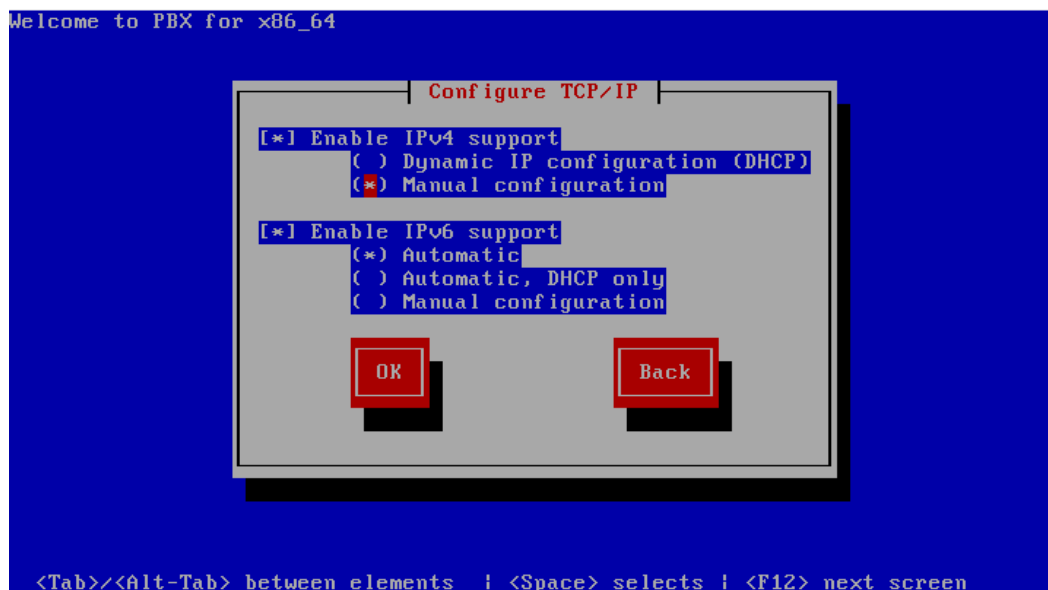


Figura 3.8: Configuración de red, Asterisk

En la siguiente opción introduciremos los datos de nuestra red, así como la IP que le asignaremos a nuestro servidor. Ejemplo: Ver figura 3.9

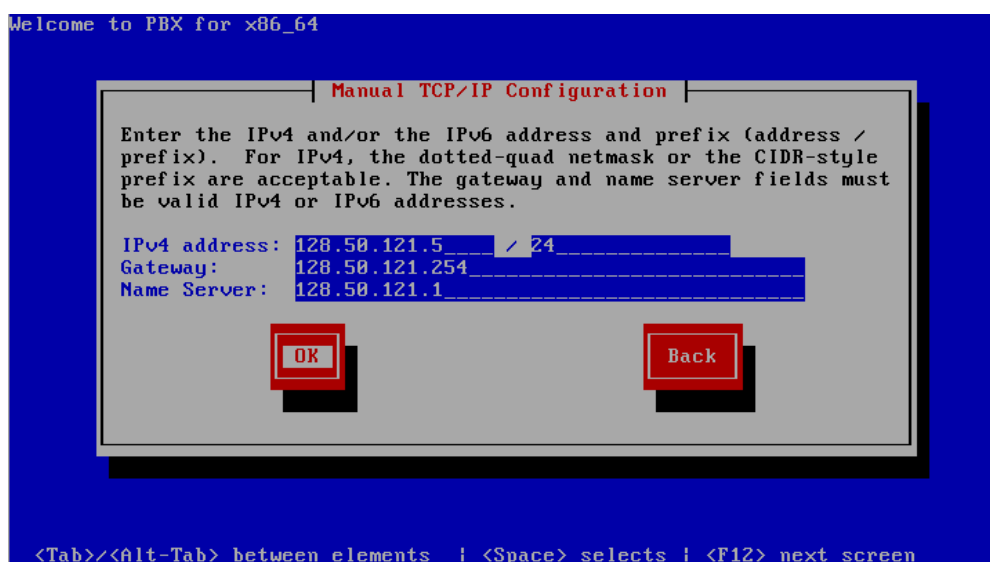


Figura 3.9: Configuraciones tarjeta de red, Asterisk

En la siguiente configuración seleccionaremos la zona horaria, en nuestro caso escogeremos Guayaquil. Como se observa en la figura 3.10



Figura 3.10: Configuración regional, Asterisk

Luego tenemos que escoger una contraseña segura para nuestro usuario root, en nuestro servidor, como se muestra en la figura 3.11:

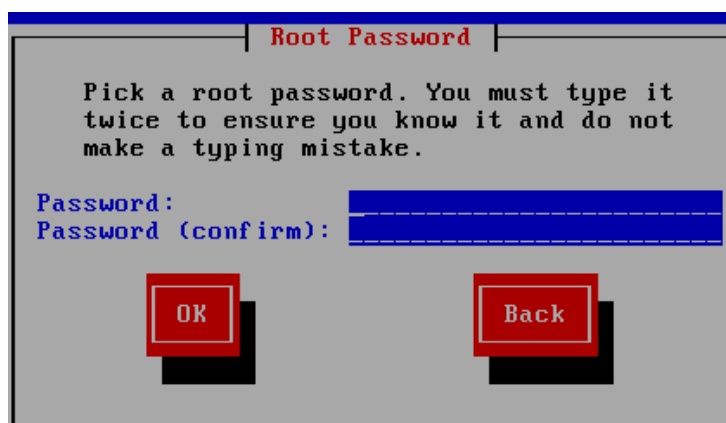


Figura 3.11: Asignación clave root, Asterisk

Luego de eso nos aparecerá un mensaje de bienvenida, en la cual configuraremos un usuario administrador para nuestra PBX. Ejemplo: ver figura 3.13

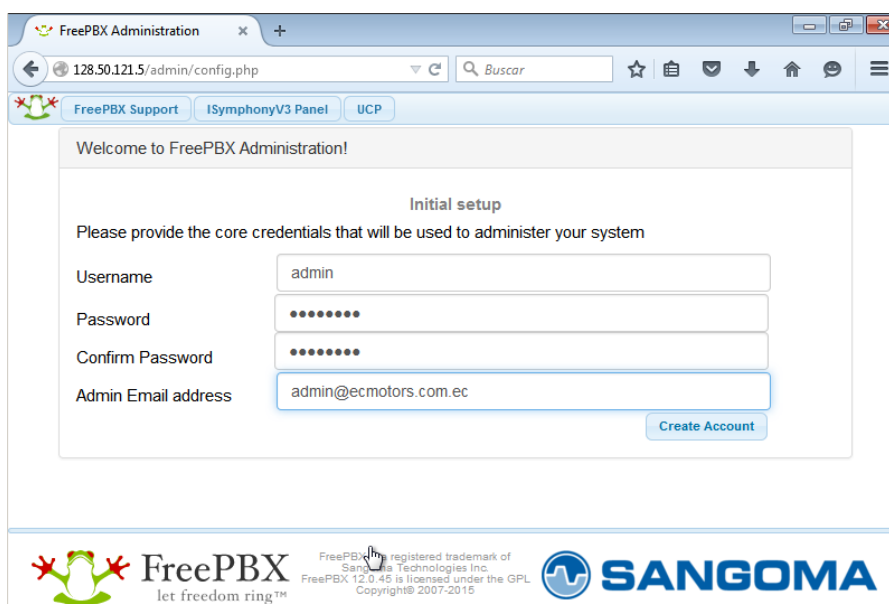


Figura 3.13: interfaz web de FreePBX, Asterisk

Luego de crear la cuenta de administrador, nos aparecerá la siguiente opción para iniciar sesión con dicho usuario. Ejemplo ver figura 3.14

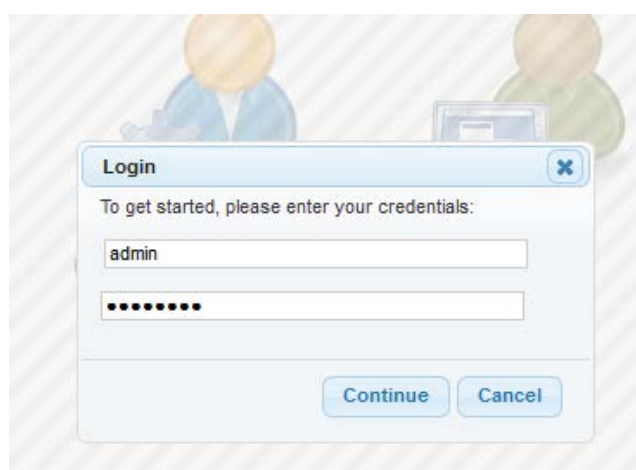


Figura 3.14: Ingreso de credenciales de admin, Asterisk

Lo siguiente que veremos será un resumen del sistema. Tal y como se puede observar en el ejemplo de la figura 3.15

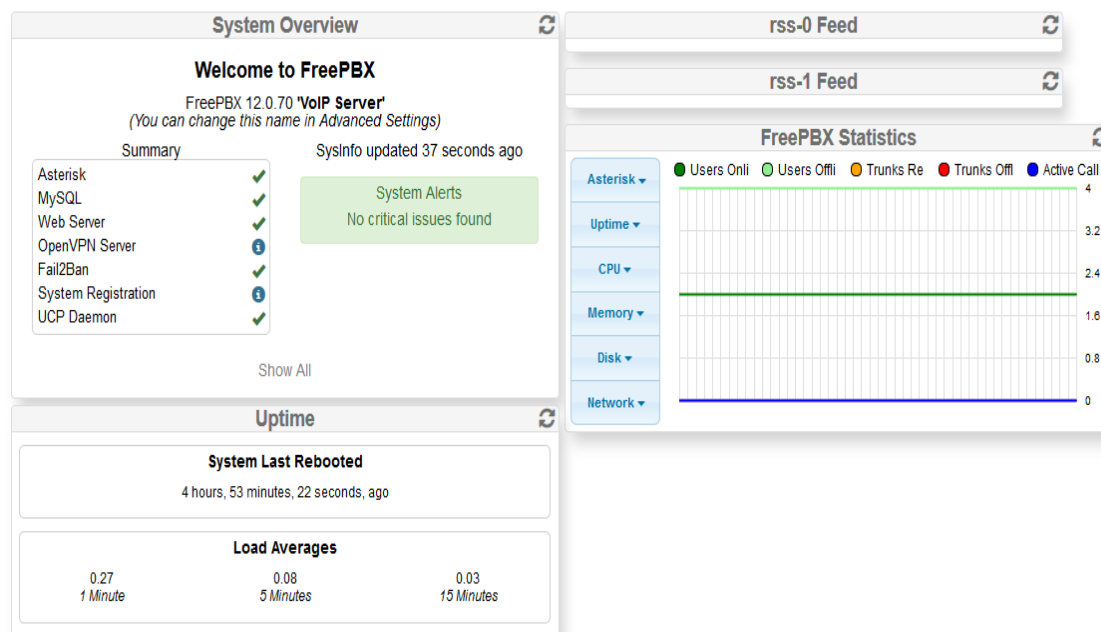


Figura 3.15: Resumen del sistema, Asterisk

3.1.3.1. Configuración de las extensiones.

El siguiente paso es ir al submenú Applications > Extensions como muestra en la figura 3.16:

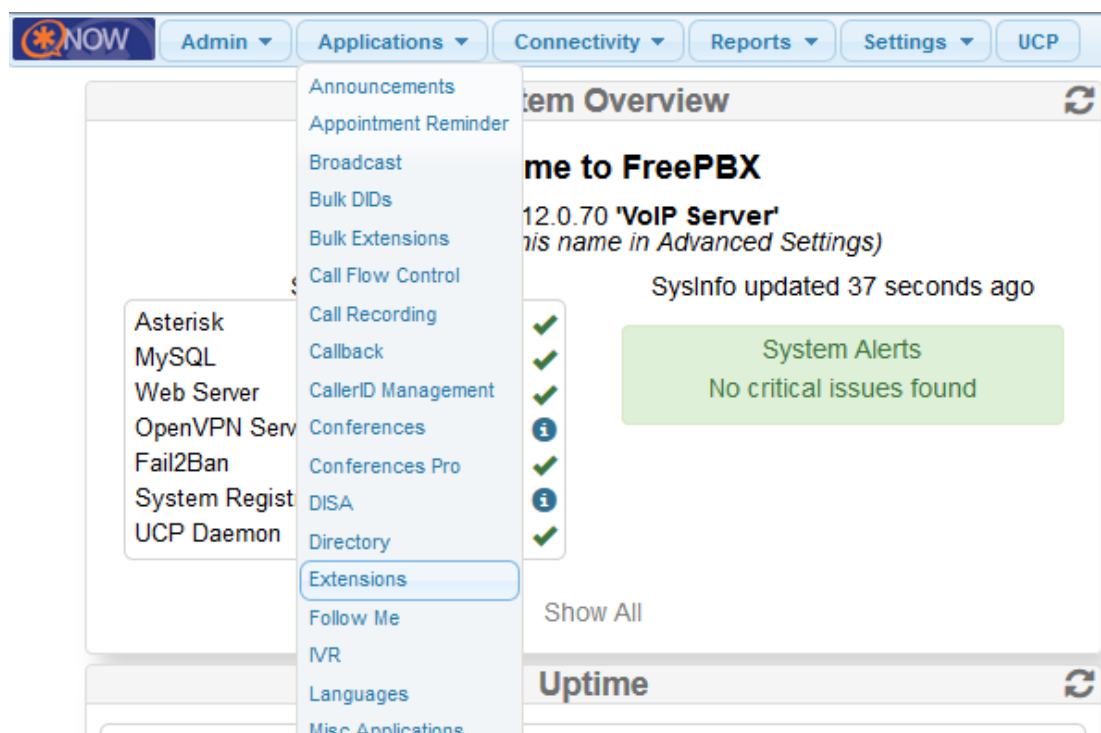


Figura 3.16: Agregación de extensiones

Ahora en la figura 3.17 seleccionaremos el tipo de dispositivo, en este caso será Generic CHAN SIP Device y luego daremos click en “Submit”:

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

- Device

Device

Submit

| | |
|-------------------------|---|
| Generic CHAN SIP Device | ▼ |
| Generic CHAN SIP Device | |
| Generic IAX2 Device | |
| Generic DAHDi Device | |
| Other (Custom) Device | |
| None (virtual exten) | |

Figura 3.17: Selección de tipo de dispositivo (SIP), Asterisk

Luego agregaremos los datos de la extensión SIP que vamos a crear. Los campos principales que tenemos que llenar son:

- User Extension: # de extensión.
- Display Name: Nombre del poseedor de la extensión.
- Secret: Contraseña de la extensión.

Como se pueden observar en el ejemplo de la figuras 3.18 y 3.19

- Add Extension

| | |
|-----------------------------|--|
| User Extension [?] | <input type="text" value="1001"/> |
| Display Name [?] | <input type="text" value="Administrador"/> |
| CID Num Alias [?] | <input type="text"/> |
| SIP Alias [?] | <input type="text"/> |

Figura 3.18: Configuración de la extensión, Asterisk

- Device Options

This device uses **CHAN_SIP** technology listening on **:5060**

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Secret [?] | <input type="text" value="Espol123"/> |
| DTMF Signaling [?] | <input type="text" value="RFC 2833"/> |

Figura 3.19: Configuración de la extensión (contraseña), Asterisk

3.1.3.2. Configuración del buzón de voz.

1. Debemos habilitar la opción del correo de voz.
2. Escoger una contraseña para el buzón de voz (números solamente).
3. Escribir el correo electrónico del usuario.

Ejemplo: ver figura 3.20

- Voicemail

| | |
|--|---|
| Status | <input type="text" value="Enabled"/> |
| Voicemail Password [?] | <input type="text" value="12345"/> |
| Require From Same Extension [?] | <input type="radio" value="yes"/> <input checked="" type="radio" value="no"/> |
| Email Address [?] | <input type="text" value="admin@ecmotors.com.ec"/> |

Figura 3.20: Configuración del buzón, Asterisk

3.1.3.3. Configuración de grabación de llamadas.

Habilitamos las opciones para la grabación de llamadas, tanto para internas como externas así como para las salientes y entrantes. Luego de habilitar estos campos, guardamos dando click en submit. Como se observa en la figura 3.21

- Recording Options

| | | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|------------|----|-------|
| Inbound External Calls [?] | Force | Yes | Don't Care | No | Never |
| Outbound External Calls [?] | Force | Yes | Don't Care | No | Never |
| Inbound Internal Calls [?] | Force | Yes | Don't Care | No | Never |
| Outbound Internal Calls [?] | Force | Yes | Don't Care | No | Never |
| On Demand Recording [?] | Disable | Enable | Override | | |
| Record Priority Policy [?] | 10 ▾ | | | | |

Figura 3.21: Configuración de grabación de llamadas, Asterisk

Y para finalizar tenemos que recargar el servidor, aplicando los cambios en la configuración, dando click en “Apply Config”. Ejemplo: ver figura 3.22



Figura 3.22: Finalización de la configuración de extensiones, Asterisk

3.1.4. Configuración de software cliente.

Cuando iniciamos la aplicación nos da la bienvenida el asistente de configuración;

1. Damos click en siguiente.

Como se puede observar en la figura 3.23

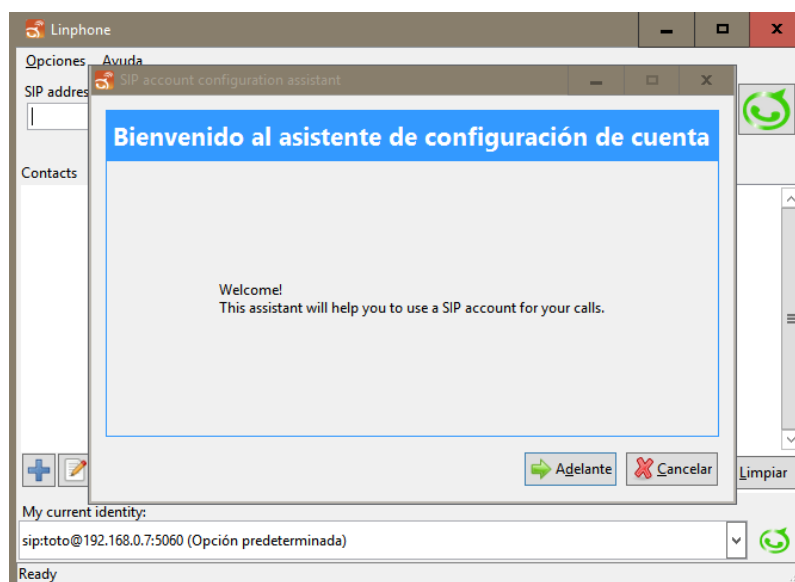


Figura 3.23: Configuración del software cliente, linphone

2. Elegimos la 3era opción, para poder registrar nuestra propia cuenta SIP. Ejemplo ver figura 3.24

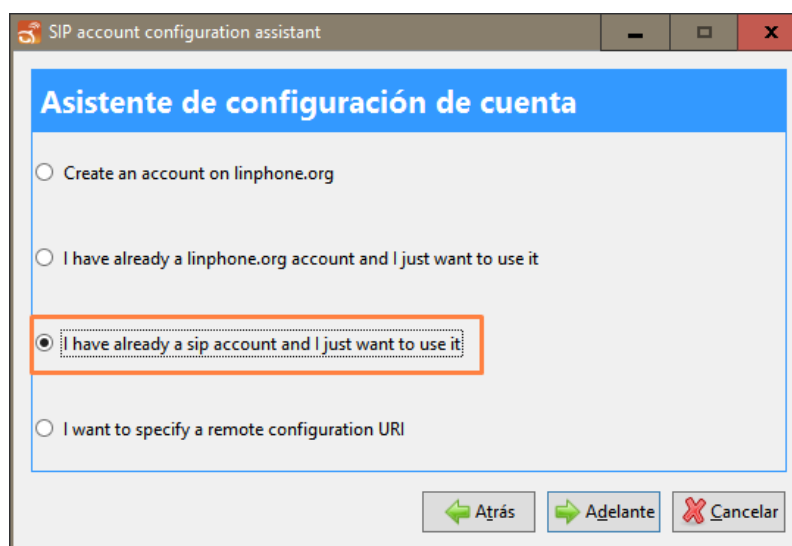
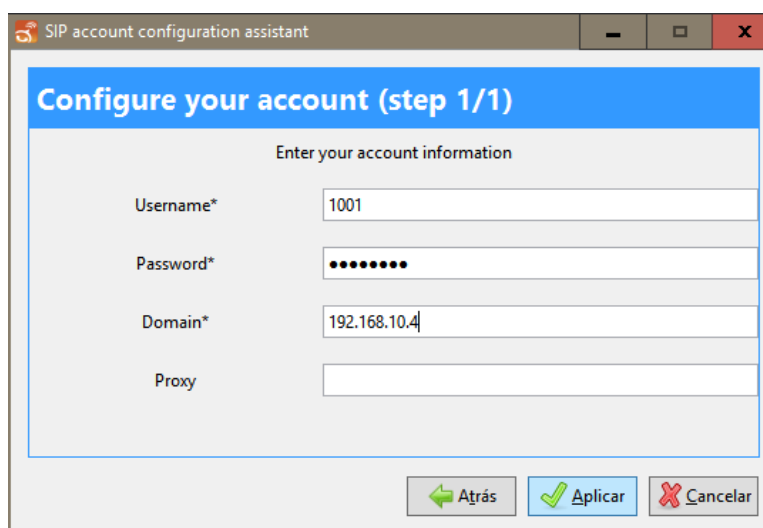


Figura 3.24: Configuración del software cliente SIP, linphone

3. Llenamos la información requerida con los datos de nuestra cuenta y aplicamos los cambios. Como lo muestra la figura 3.25



SIP account configuration assistant

Configure your account (step 1/1)

Enter your account information

Username* 1001

Password*

Domain* 192.168.10.4

Proxy

Atrás Aplicar Cancelar

Figura 3.25: Configuración de usuario y contraseña, linphone

4. Recibimos un mensaje de bienvenida si nuestra cuenta fue registrada exitosamente. Como se observa en el ejemplo de la figura 3.26

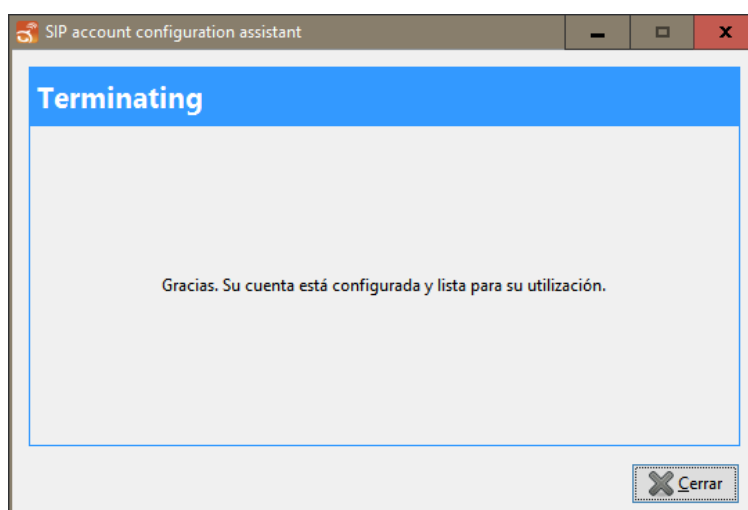


Figura 3.26: Verificación de la configuración, linphone

3.1.5. Configuración de POSTFIX.

1. Debemos ingresar a nuestro servidor. Con el usuario root y su contraseña.

```
Pbx login: root
```

```
Password:
```

```
Last login: True Aug 4 19:24:01 on tty1
```

2. Debemos dirigirnos hacia la ubicación del archivo de configuración de POSTFIX.

```
[root@pbx postfix]# cd /etc/postfix/
```

3. Editamos el archivo de configuración de POSTFIX.

```
[root@pbx postfix]# nano main.cf
```

4. Buscamos la palabra "myhostname" y le agregamos el nombre de nuestro equipo.

```
Myhostname = postfix.ecmotors.com.ec
```

5. Buscamos la palabra "mydomain" y le agregamos el nombre de nuestro dominio.

Mydomain = ecmotors.com.ec

6. Buscamos la palabra "myorigin" y le agregamos una variable, \$myhostname

Myorigin = \$myhostname

7. Buscamos la palabra "inet_interfaces" y le agregamos la palabra "all"

Inet_interfaces = all

8. Buscamos la palabra "mydestination" y dejamos vacío su contenido.

Mydestination =

9. Buscamos la palabra "mynetworks" y le agregamos la dirección de red.

Mynetworks = 192.168.10.0/24

10. Buscamos la palabra "relayhosts" y le agregamos la dirección del servidor Exchange.

Relayhosts = 192.168.10.3:25

11. Guardamos y reiniciamos el servicio.

```
[root@pbx postfix]# service postfix restart
```

3.1.6. Configuración de Exchange para entrega de correos de notificación.

1. Accedemos a la consola de administración de Exchange.

Ejemplo: ver figura 3.27

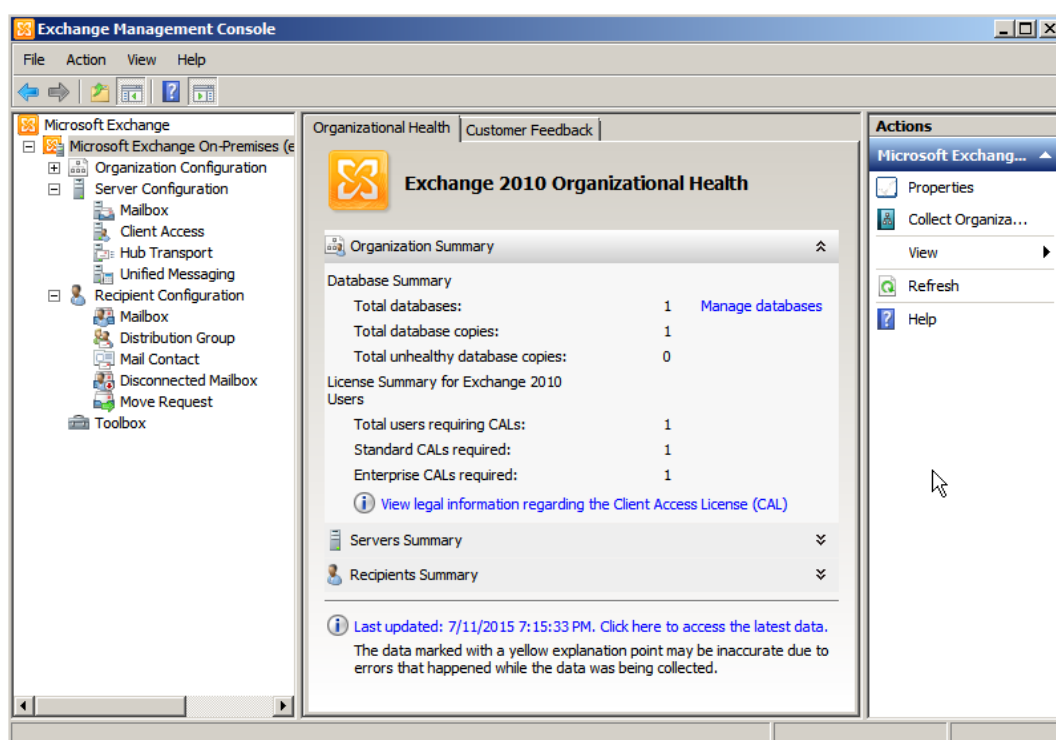


Figura 3.27: Configuración del servicio de correos, exchange

- Nos dirigimos al menú: Microsoft Exchange On-Premises > Server Configuration > Hub Transport, vamos al menú de Actions, y elegimos New Recieve Connector. Como se muestra en la figura 3.28

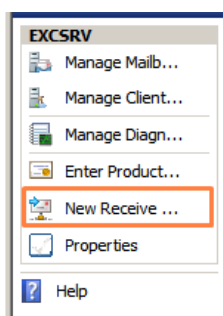


Figura 3.28: Configuración de exchange

- En la nueva ventana escogeremos un nombre para el conector que crearemos. En este caso Relay Postfix y seleccionamos Custom la lista inferior y luego daremos click en siguiente. Ejemplo: ver figura 3.29

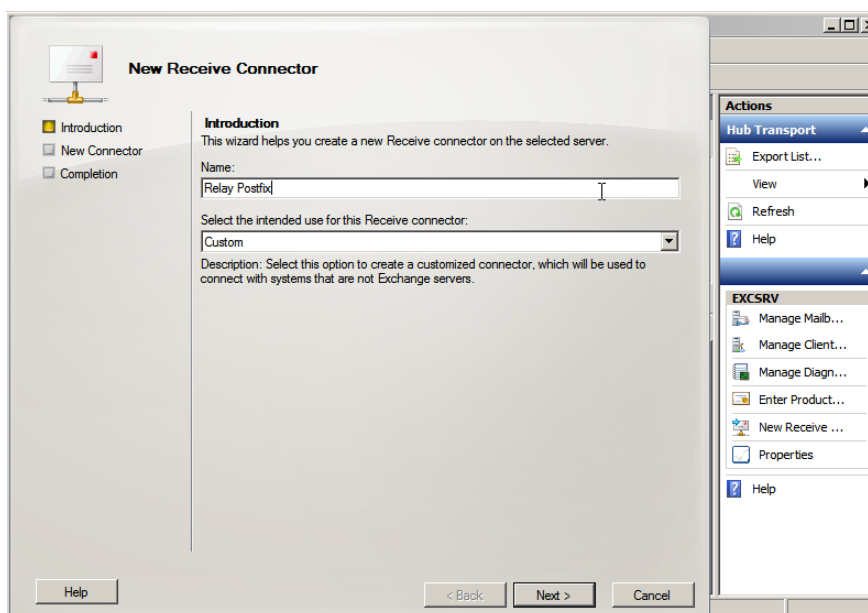


Figura 3.29: Ajustes de exchange

4. Luego editaremos la IP local que recibirá los correos, daremos click en edit, en nuestro caso colocaremos la IP de nuestro servidor Exchange. Tal como muestra la figura 3.30

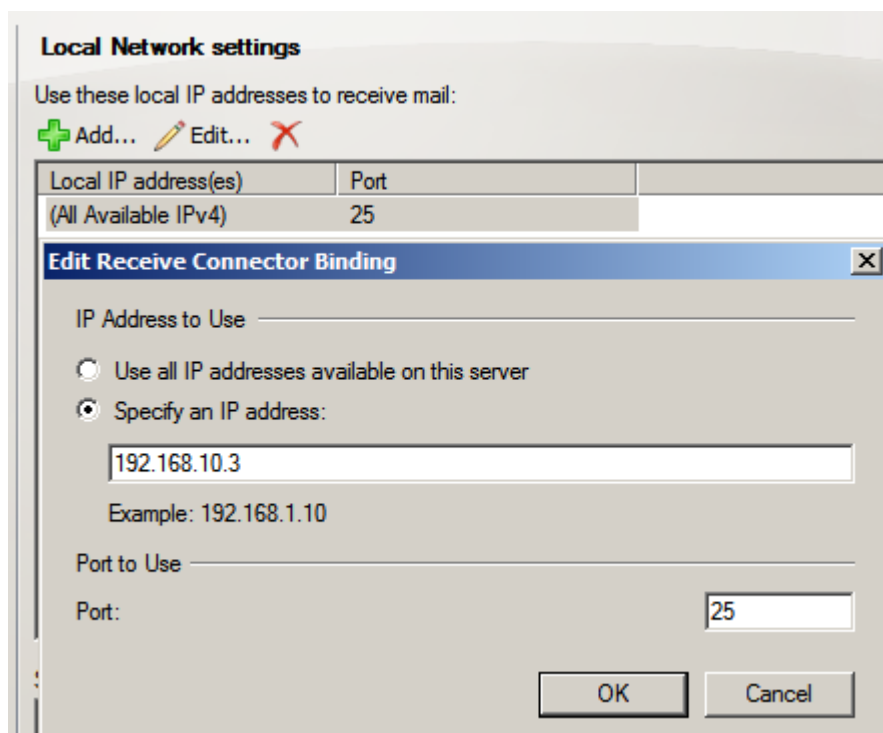


Figura 3.30: Configuración de los parámetros IP, exchange

5. En la siguiente opción editaremos el servidor que nos enviara los correos, en este caso sería el PBX y en la parte inferior colocaremos la siguiente dirección IP. Ejemplo: ver figura 3.31

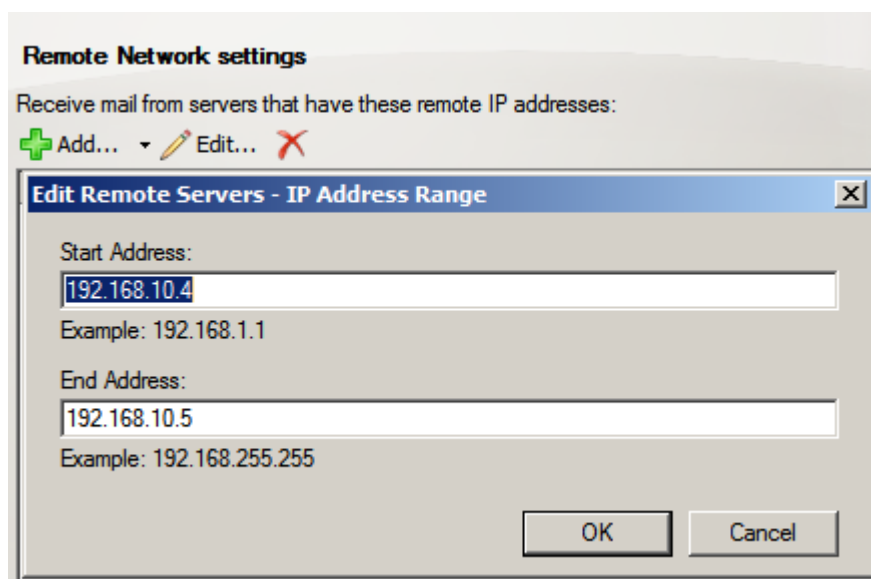


Figura 3.31: Configuración del servidor remoto, exchange

6. Para finalizar damos click en siguiente y new. Si todo esta correcto nos devolverá una pantalla, como se muestra en la figura 3.32:

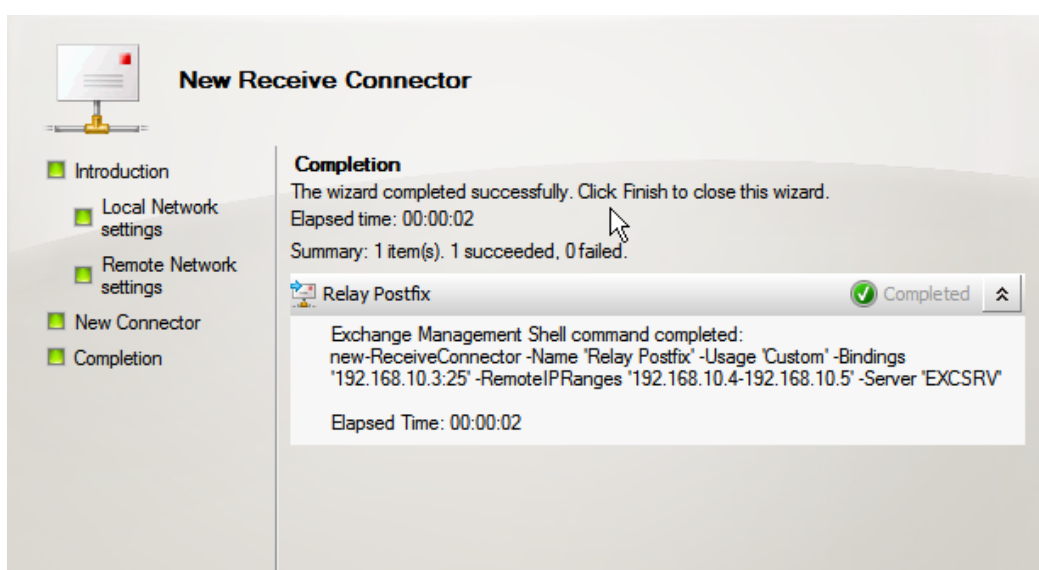


Figura 3.32: Confirmación de la configuración, exchange

7. Veremos el conector en el listado y debe estar “Enabled” para que cumpla con su función. Ejemplo: ver figura 3.33.

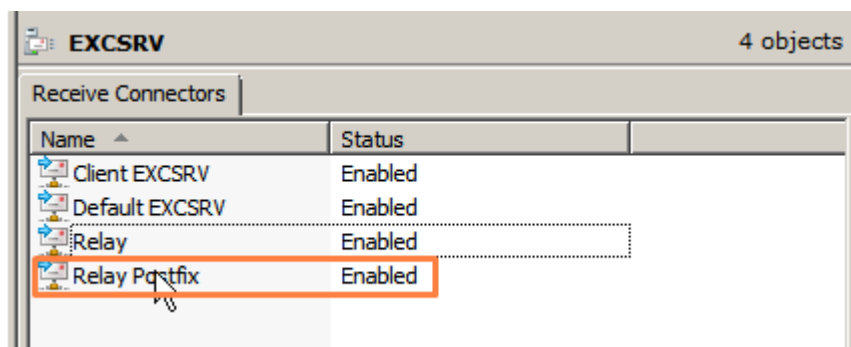


Figura 3.33: Servicio del postfix habilitado, exchange

3.2. Buzones personales de voz

Una vez que se configura con el Exchange para poder hacer la integración con los correos electrónicos empresariales, en la aplicación Web del Exchange el cual es el OWA (Outlook Web App), al momento que no se conteste la llamada y se grabe un mensaje de voz, en la aplicación aparecerá de inmediato un correo, como se muestra en la figura 3.34

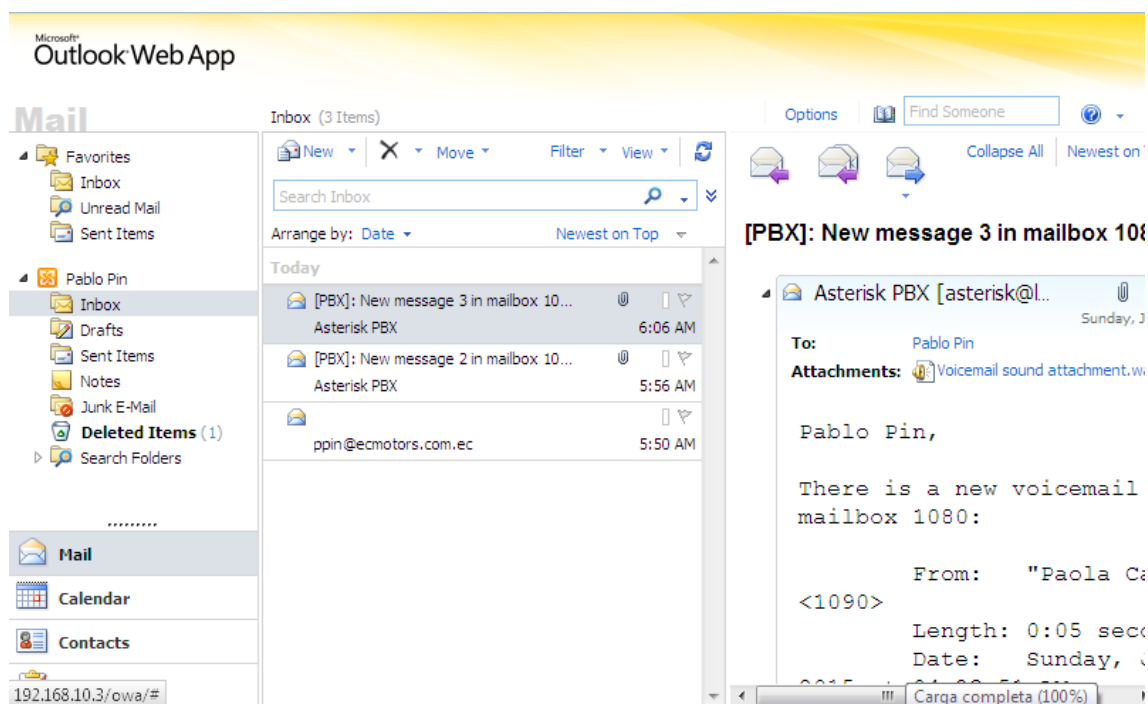


Figura 3.34: Aplicación web del correo electrónico empresarial

El correo contiene datos acerca de quien estuvo llamando, que fecha y hora, y el attachment o mensaje que dejo a la persona en un formato .wav con su respetivo tamaño y duración del mismo. Como lo ilustra la figura 3.35 mostrada a continuación:

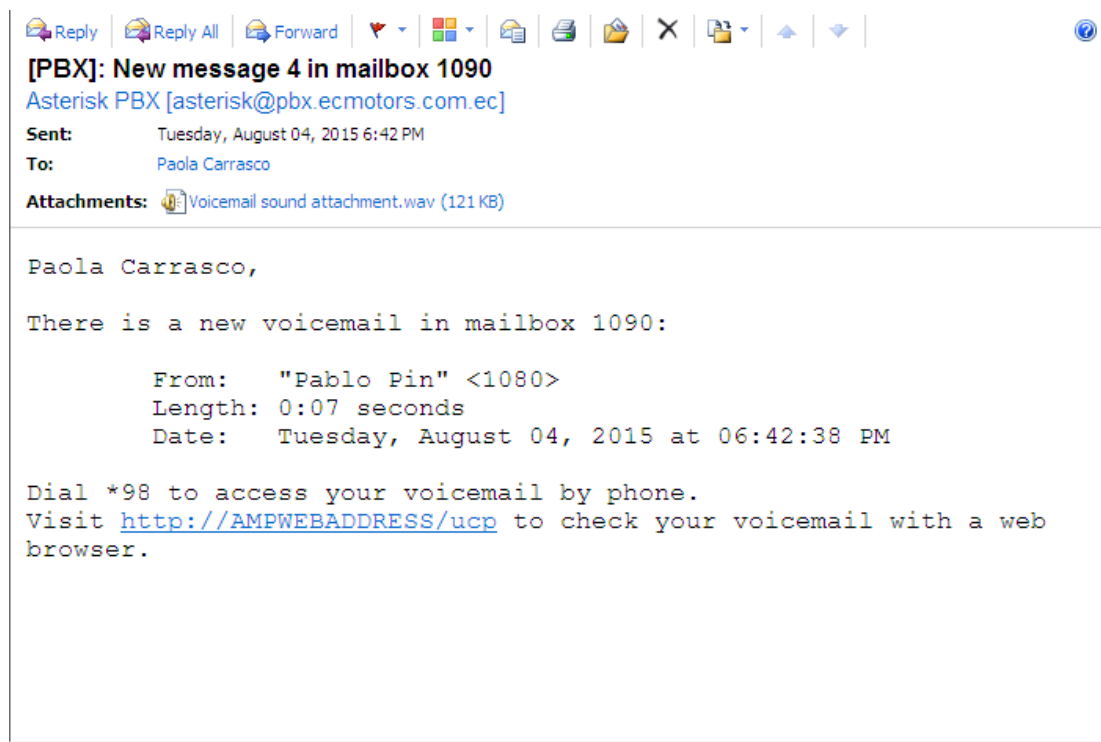


Figura 3.35: Mensaje enviado al correo por la PBX

3.3. Configuración Cron tab para que elimine las llamadas almacenadas cada 3 meses.

1. Crearemos un script que borre los archivos con más de 3 meses de antigüedad.

```
[root@pbx ~]# nano del_old.sh
```

2. Luego escribiremos el script que realice la orden.

```
#!/bin/sh
```

```
#Borrar cada 3 meses
```

```
Find /var/spool/Asterisk/monitor/* -name "*.wav" -mtime +90 -delete
```

3. Le daremos permisos de ejecución al usuario administrador:

```
[root@pbx ~]# chmod 700 del_old.sh
```

```
[root@pbx ~]# ls -l del_old.sh
```

4. Editamos el archivo crontab

```
[root@pbx ~]# nano /etc/crontab
```

5. Registramos la ejecución del script en el crontab y con eso nos aseguramos que el script se ejecute todos los 1eros de cada mes a las 02h00. Ejemplo: ver figura 3.36

```
GNU nano 2.0.9          File: /etc/crontab          Modified
SHELL=/bin/bash
PATH=/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin
MAILTO=root
HOME=/

# For details see man 4 crontabs

# Example of job definition:
# .----- minute (0 - 59)
# | .----- hour (0 - 23)
# | | .----- day of month (1 - 31)
# | | | .----- month (1 - 12) OR jan,feb,mar,apr ...
# | | | | .---- day of week (0 - 6) (Sunday=0 or 7) OR sun,mon,tue,wed,thu,$
# | | | | |
# * * * * * user-name command to be executed
* 2 1 * * root /root/del_old.sh
```

Figura 3.36: Registro del crontab

3.4. Configuración de mensajes de bienvenida

También llamados IVR, en el cual nos presentará una grabación con opciones a realizar en caso de querer comunicarse con otros departamentos. A continuación se mostrará la configuración.

El menú que se mostrará al contestar la llamada, será tal como lo indica la tabla 10.

| Botón | Opción |
|-------|---------------------------------------|
| 1 | Transferir llamada a Administración |
| 2 | Transferir llamada a Sistemas |
| 3 | Transferir llamada a Recursos Humanos |
| 4 | Transferir llamada a Secretaria |
| 5 | Transferir llamada a Gerencia |
| * | Repetir opciones |

Tabla 10: Menú de opciones del IVR

En la consola de asterisk vamos a crear un IVR o un menú de respuesta automática, para ello se debe acceder al siguiente archivo de configuración:

```
[root@pbx ~]# nano /etc/asterisk/extensions.conf
```

Luego una vez dentro editamos el archivo, agregando lo siguiente para poder tener el menú:

```
[menu-dia]
```

```
exten => s,1, Answer()
```

```
exten => s,n, Wait(0.5) //tiempo de espera segundo
```

```
exten => s,n, Background(day-menu)
```

```
exten => s,n, WaitExten(5)
```

```
exten => 1,1,Goto(user,1000,1)
```

```
exten => 2,1,Goto(users,1100,1)
```

```
exten => 3,1,Goto(users,1200,1)
```

```
exten => 4,1,Goto(users,1300,1)
```

```
exten => 5,1,Goto(users,1400,1)
```

```
exten => 9,1,Directory(default,user,e)
```

```
exten => *,1,Goto(s,1)
```

```
exten => t,1,Plyback(goodbye)
```

```
exten => t,n,Hangup()
```

```
exten => i,1,Playback(pbx-invalid)
```

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

Después en el mismo archivo de configuración se creará una extensión donde me permita grabar el mensaje que se escuchará al llamar

```
exten => 7777,1,Answer
```

```
exten => 7777,n,Wait(0.5)
```

```
exten => 7777,n,Record(day-menu.gsm)
```

```
exten => 7777,n,Wait(1)
```

```
exten => 7777,n,Playback(day-menu)
```

```
exten => 7777,n,Hangup()
```

Se crea otra extensión donde se reproducirá el mensaje que se ha grabado junto con sus respectivas opciones:

```
exten => 4444,1,Goto(menu-dia,s,1)
```

Para finalmente guardar y reiniciar el servicio

```
[root@asterisk ]# asterisk -rv
```

```
asterisk*CLI> dialplan reload
```

3.5. Configuración de Teléfonos IP mediante el protocolo SIP

Para configurar un teléfono IP se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

Sip proxy → En el cual se digita la dirección IP de nuestra central telefónica, donde está configurado Asterisk.

Sip outgoing Proxy → Misma dirección del servidor Asterisk, solo cambiaria si queremos recibir y realizar llamadas por distintos servidores.

Sip account → Dirección de extensión.

Sip password → Clave que se definió para la cuenta SIP.

Códec → Como su nombre lo indica es el códec con el que trabajara el teléfono IP.

Una vez configurados estos parámetros, habrá una opción para guardar los cambios y reiniciar el equipo. Una vez iniciado con la nueva configuración, el teléfono IP tratará de registrarse con la centralita, momento en el cual ya podemos comenzar tanto a realizar llamadas como recibirlas. [16]

CAPÍTULO 4

4. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO Y PLAN DE TRABAJO

En este capítulo se analizará el presupuesto requerido para la implementación de la central telefónica, dando como resultado si es factible o no la instalación del mismo. Se llevará a cabo un estudio económico entre los gastos generados actualmente por la compañía en lo que respecta al uso del sistema convencional con el que se va a implementar basado en voz sobre IP.

4.1. Estudio técnico económico.

4.1.1. Análisis de los costos actuales de telefonía

Actualmente la empresa EC Motors cuenta para la comunicación de voz con la red de telefonía pública convencional con CNT para su matriz y sus 3 sucursales.

En el capítulo 2 se dio detalle acerca del flujo de llamadas que se realizan a diario dando como resultado que aproximadamente 100 vendedores llaman 5 veces diarios por un total de 4 minutos cada una, y el flujo de llamadas internas es que por cada extensión (280) se realizan 2 llamadas con una duración aproximada de 3 a 4 minutos.

Debido a aquello los costos que se generan mensualmente son los mostrados en la tabla 11:

| | |
|--|-------------------|
| Número de llamadas diarias | 1060 |
| Número de llamadas mensuales | 1060 x 22 = 23320 |
| Duración aproximada de la llamada | 4 minutos |
| Costo del minuto en CNT | \$ 0.02 |
| Inscripción * | \$ 60 |

| | |
|---|------------|
| Pensión Básica | \$25.99 |
| Costo mensual de llamadas | \$ 1949.19 |
| Impuesto al valor agregado (12%) | \$ 233.90 |
| TOTAL | \$ 2183.09 |

Tabla 11: Gastos mensuales de telefonía convencional

El costo de la inscripción solo se lo cobro una única vez cuando se realizó la firma del contrato por lo que al valor total se le debe restar a partir del segundo mes \$67.2, dando como valor total a pagar todos los meses \$2115.89.

De los cuales 12320 llamadas mensuales son internas, por lo que el gasto mensual por estas llamadas sería de **\$1103.87**

4.1.2. Análisis de los costos de la telefonía IP

Debido a los costos generados por el uso de la red de telefonía convencional pública, se optó por una alternativa que mitigue los altos precios que se cancelan por tal servicio al mes. Dando como solución la implementación de una telefonía IP

En las siguientes tablas se mostrarán los costos generados por la solución IP, teniendo presente gastos en equipos y servicios adicionales para el correcto funcionamiento.

Primero en la tabla 12, se detalla las características y costo del servidor principal el cual ira ubicada en la matriz de la empresa:

| Cantidad | Descripción | Precio Unitario | Subtotal |
|-----------------|---|------------------------|------------------|
| 1 | CPU Procesador Intel i5, 8 GB memoria RAM, disco duro de 3 TB, multi card | \$ 487.00 | \$ 487.00 |
| | | I.V.A. (12%): | \$ 58.44 |
| | | TOTAL: | \$ 545.44 |

Tabla 12: Costo servidor oficina principal

De igual manera en la tabla 13 se detalla el precio de los teléfonos IP con configuración para SIP y la cantidad, también los dispositivos de manos libres que irán en las máquinas de los clientes:

| Cantidad | Descripción | Precio Unitario | Subtotal |
|-----------------|--|------------------------|-------------------|
| 30 | Teléfonos IPs | \$ 55.00 | \$ 1650.00 |
| 100 | Dispositivos de manos libres, diademas con auricular | \$ 19.95 | \$ 1995.00 |
| 4 | Gateway VOIP | \$ 749.50 | \$ 2998.00 |
| | | I.V.A. (12%): | \$ 797.16 |
| | | TOTAL: | \$ 7440.16 |

Tabla 13: Costos de dispositivos

En la tabla 14 que se muestra debajo, nos indica los costos generados por los servicios de instalación y configuración de los respectivos equipos:

| Descripción | Subtotal |
|---|------------------|
| Instalación y configuración del servidor principal | \$ 250.00 |
| Instalación y configuración de servidores en las sucursales * | \$ 100.00 |
| Instalación de softphone en las máquinas de usuarios finales | \$ 50.00 |
| I.V.A. (12%): | \$ 48.00 |
| TOTAL: | \$ 448.00 |

Tabla 14: Costos por instalación y configuración

* Requerimientos para la empresa: El cliente deberá tener en cada una de sus sucursales servidores o equipos de igual o menores características del servidor principal detallado anteriormente y que soporten virtualización para efecto de la instalación y configuración central telefónica. Caso contrario el total de la inversión estará sujeta a cambios por compra de equipos adicionales para las oficinas sucursales.

Finalmente en la tabla 15 mostrada a continuación se indica el total de la inversión:

| Descripción | Subtotal |
|---|-------------------|
| Costos del servidor | \$545.44 |
| Costos de los teléfonos IPs + Diademas + Gateway VOIP | \$ 7440.16 |
| Costos de instalación y configuración | \$ 448.00 |
| TOTAL: | \$ 8433.60 |

Tabla 15: Costos totales de la implementación

Como parte de los cálculos para la implementación se debe tomar en cuenta el aumento del ancho de banda del canal que se requiere para poder transmitir la voz por la red de datos.

El cual tiene un costo de \$168 por 1 Mbps mediante fibra óptica que se adquiera, por lo tanto dado que tenemos 4 oficinas a las cuales se le debe aumentar el ancho de banda para poder transmitir voz, sin desmejorar el rendimiento de la red ya establecida los costos por el aumento llegarían hacer de **\$672** incluido el IVA, además de lo que ya se paga al proveedor por los demás servicios y ancho de banda actual.

4.1.3. Ahorro económico

Una vez hecho el análisis de costos de cuanto se gasta por usar la telefonía convencional actual y cuánto costaría la implementación del sistema de telefonía VOIP.

Se puede observar en una comparativa entre ambas que los gastos generados por la telefonía convencional ascienden a **\$1103.87** mensuales solo en llamadas internas, mientras que por VOIP el proyecto está estimado en **\$8443.60 + \$672** por el 1 Mbps adquirido en las 4 oficinas, lo cual da un balance favorable a la implementación del mismo. Ya que luego se pagaría solo por el ancho de banda adicional adquirido, a parte de los demás gastos con los que ya cuenta EC Motors.

4.2. Descripción y características de equipos para VOIP

Para usar los softphone en las máquinas de los usuarios se debe tener diademas o manos libre para poder hablar y escuchar al momento de la comunicación [17]. Por esta razón se detallará las funciones, la marca y el modelo de este dispositivo.

- Microsoft modelo LX-3000
- Sonido digital de alta calidad,
- Almohadillas de cuero sintético para total comodidad.
- Conexión USB
- Micrófono con cancelación de ruido.

Ejemplo de las diademas con microfono ver figura 4.1



Figura 4.1: Diadema con micrófono incorporado

También es necesario contar con teléfonos IPs o bien para los usuarios que no tienen un computador o para en caso de emergencia, se van usar teléfonos que se configuren con SIP.

Y precisamente el GXP 1405 es un teléfono IP de alta definición estándar de Grandstream este modelo basado en Linux incluye 2 líneas, 3 XML teclas de función programables y 3 vías de conferencia. Incluye puertos de red duales 10 / 100M y el GXP1405 incluye PoE integrado. El GXP 1405 también incluye múltiples capacidades lingüísticas y llamadas en espera. Ejemplo del teléfono IP ver figura 4.2



Figura 4.2: Teléfono IP

Las especificaciones técnicas que posee este equipo se detallan de manera explícita en la tabla 16:

| | |
|-------------------------|--|
| Protocolos / Estándares | SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (registro A,SRV,NAPTR), DHCP, PPPoE TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE,TR-069, 802.1x) |
| Interfaces de Red | Puertos de conmutación doble de 10/100 Mbps, PoE integrado (sólo el GXP1405) |
| Pantalla del Teléfono | Pantalla gráfica LCD de 128x40 pixel |
| Teclas de funciones | 2 teclas de líneas con LED bicolor y 2 cuentas SIP, 3 teclas XML programables, 5 teclas navegación/menú/volumen, 8 teclas con funciones dedicadas para: LLAMADA EN ESPERA, TRANSFERENCIA DE LLAMADAS, CONFERENCIA, VOLUMEN, AURICULARES, MUTE (Silencio), ALTAVOZ, LLAMAR/REMARCAR |
| Códec de voz | Compatible con G.723.1, G.729A/B, G.711μ/alaw, G.726, G 722 (banda ancha), e iLBC, DTMF dentro de banda y fuera de banda (en audio, RFC2833, SIP INFO) |
| Qos | QoS nivel 2 (802.1Q,802.1p) & nivel 3(ToS, DiffServ, MPLS) |
| Seguridad | Contraseñas a nivel del usuario y del administrador, autenticación MD5 y MD5sess, archivo de configuración seguro en base a AES, SRTP, TLS, control de acceso a medios 802.1x |

Tabla 16: Especificaciones técnicas del teléfono IP

Por ultimo para poder tener una convivencia con la telefonía convencional que actualmente está instalada se necesita de un Gateway VOIP, a continuación se detallara las características de este equipo:

El modelo del Gateway VOIP es el Grandstream GXW4024 el cual consta de 24 puertos FXS y permite a las empresas utilizar su equipo de telefonía analógica existente con su PBX IP. El equipo cuenta con 24 puertos RJ11, así como un conector Telco de 50 pines para acomodar la infraestructura analógica existente. También permite 2 perfiles SIP por puerto, ofrece soporte de fax T.38, y tiene uno 10/100 puerto RJ45 para la conexión a la red. [18]. Ejemplo del Gateway VOIP ver figura 4.3



Figura 4.3: Gateway VOIP

4.3. Plan de trabajo.

El plan de trabajo del proyecto consta de un periodo de 65 días teniendo presente que se laborará de lunes a viernes en un horario de 9:00-19:00, en el cual se levantará y analizará la información de la red y se implementará la solución más óptima de una central telefónica para la compañía EC MOTORS y sus sucursales aprovechando los recursos de red que posee.

En la figura 4.4 creada en Project 2013 se describe en una línea de tiempo el transcurso del proyecto:

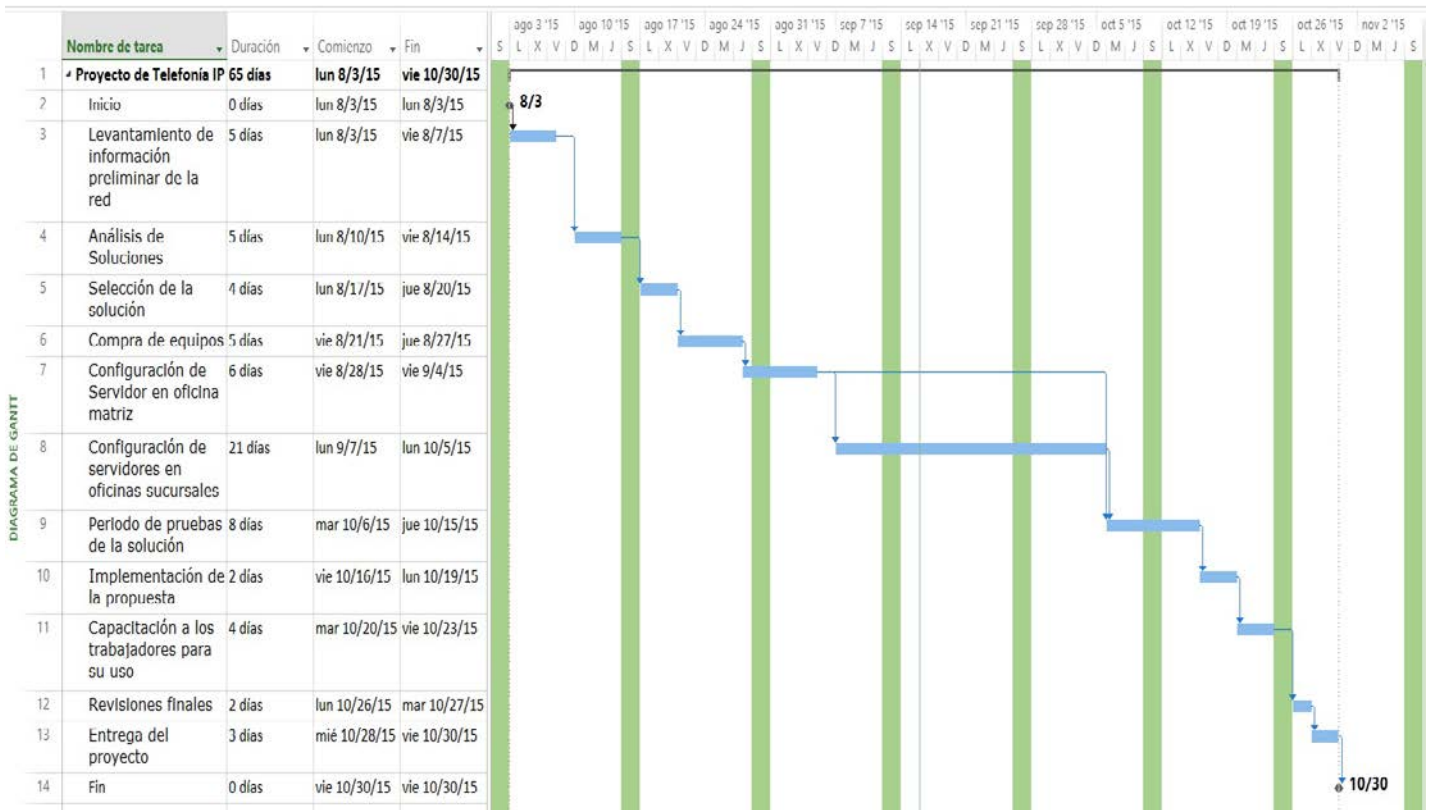


Figura 4.4: Plan de trabajo en Project

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En el presente proyecto que se puede abaratar costos permitiendo que distintas localidades se comuniquen mediante el uso de llamadas sobre la red IP existente en la empresa, en lugar de la red pública telefónica.
2. Se demuestra que para la implementación de una central telefónica o PBX el único gasto en el que se incurre, es la adquisición de hardware, ya que en su mayoría el software utilizado al ser de código abierto, es distribuido sin ningún costo por internet.
3. Se determinó que según la necesidad de la empresa la mejor alternativa de solución es AsteriskNow, ya que posee todas las características requeridas para un servidor PBX, y además posee servicios de valor agregado de fácil personalización como la integración con el correo electrónico y convivencia con otras plataformas pagadas
4. Se demostró que Asterisk Now por medio de su consola web FreePBX permite poder escuchar, monitorear y guardas las llamadas generadas de una manera rápida, sencilla y práctica.

Recomendaciones

1. Se recomienda que previa a la instalación de la central telefónica, se realice un análisis de networking de las oficinas, los switches y su distribución.
2. Se recomienda realizar un monitoreo a futuro del consumo de ancho de banda entre las llamadas realizadas en caso de aumentar extensiones, debido a que este es un factor limitante en cuanto a la cantidad de llamadas que se realizan simultáneamente.
3. Para una alta disponibilidad se recomienda realizar mantenimientos anuales de la central telefónica y toda la infraestructura montada para el funcionamiento del mismo.
4. Se recomienda aumentar en 1 MB la capacidad de los enlaces entre las distintas sucursales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Packetizer, (2015, Septiembre). How Does VoIP Work? [Online]. Disponible en: https://www.packetizer.com/ipmc/papers/understanding_voip/how_voip_works.html
- [2] Packetizer, (2015, Septiembre). Voip protocols [Online]. Disponible en: http://www.packetizer.com/ipmc/papers/understanding_voip/voip_protocols.html
- [3] Savvius, (2015, Agosto). Voip [Online]. Disponible en: <http://www.wildpackets.com/resources/compendium/voip#wp1014363>
- [4] K. Banerjee, (2015, Abril). Voip [Online]. Disponible en: <http://www.siptutorial.net/SIP/>
- [5] Techopedia, (2015, Agosto). Quality of Service (QoS) [Online]. Disponible en: <https://www.techopedia.com/definition/9049/quality-of-service>
- [6] TI-RFid, (2005, Marzo). System Overview [Online]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20110826040120/http://rfidusa.com/superstore/pdf/UHF_System_Overview.pdf
- [7] 3CX Innovating Communications, (2015, Agosto). Centralita IP [Online]. Disponible en: <http://www.3cx.es/voip-sip/ip-pbx-overview/>
- [8] GNU, (2015, Agosto). ¿Qué es el software libre? [Online]. Disponible en: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- [9] Rafael Martínez, (2014, Abril). Distribuciones de linux [Online]. Disponible en: <http://www.linux-es.org/distribuciones>
- [10] S. P. Olejniczak, Asterisk for dummies, Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, 2007.
- [11] Asterisk, (2015, Agosto). AsteriskNow [Online]. Disponible en: <http://www.asterisk.org/downloads/asterisknow>
- [12] Christian Cabrera, (2013, Julio). Asterisk vs Elastix vs Trixbox vs AsteriskNow vs FreePBX: Explicando la diferencia [Online]. Disponible en: <http://asteriskmx.com/asterisk-vs-elastix-vs-trixbox-vs-asterisknow-vs-freepbx-explicando-la-diferencia/>

- [13] University of Oregon, (2011, Agosto). Taller de red de campus [Online]. Disponible en: https://nsrc.org/workshops/2011/walc/routing/raw-attachment/wiki/Agenda/Diseno_red_core.pdf
- [14] Cisco, (2015, Agosto). Consumo de Ancho de Banda por Llamada [Online]. Disponible en: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1024/1024085_7934-bwidth-consume.html
- [15] Orlando Micolini, Augusto J. Herrera, Víctor Sauchell, (2015, Agosto). Análisis de tráfico en un servidor IP [Online]. Disponible en: http://www.academia.edu/6589517/An%C3%A1lisis_de_tr%C3%A1fico_en_un_servidor_de_VoIP
- [16] Javier Rodríguez Pascua, (2015, Agosto). Configuración de teléfonos IP [Online]. Disponible en: <http://www.rodriuezpascua.com/manuales-software-libre-hardware/manual-de-telefonía-ip-sobre-max-40/configuración-de-los-telefonos-ip/>
- [17] Amazon, (2015, Agosto). Tienda virtual de compras [Online], <http://www.amazon.com/Microsoft-LifeChat-LX-3000-Headset-JUG-00013/dp/B00906E03I>
- [18] Mercado Libre Ecuador, (2015, Septiembre). Gateway VOIP [Online]. Disponible en: http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-407607007-grandstream-gxw4024-voip-gateway-24-fxs-_JM