



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN
ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIÓN**

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO DE VOZ SOBRE IP BASADO
EN ASTERISK EN LA EMPRESA NERV S.A.**

**TESINA DE SEMINARIO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

TECNÓLOGO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR

YAMIL OMAR PIEDRA ARIAS

**GUAYAQUIL - ECUADOR
2012**

AGRADECIMIENTO

Doy mi sincero agradecimiento:

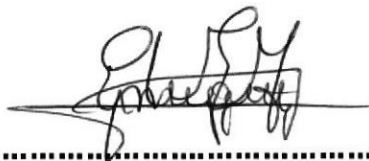
Primordialmente a Dios por haberme dado el tiempo de vida necesario para realizar mis metas y objetivos como lo es ésta tesina. A mis padres que a lo largo de mi vida me han inculcado educación y valores además de otorgarme amor incondicional.

Al Instituto por las facilidades prestadas y los conocimientos técnicos infundidos a lo largo de mi carrera y a los profesores quienes con dedicación y espíritu de colaboración me han orientado y guiado para la culminación de esta carrera.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



.....
M.T. Iván Ruiz Peña
DIRECTOR DE TESIS



.....
Msc. Washington Enríquez Machado
PROFESOR DELEGADO POR EL DIRECTOR DEL INTEC

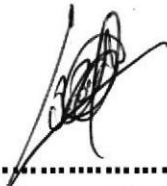


BIBLIOTECA
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

Reglamento de Graduación de ESPOL



.....
Yamil Omar Piedra Arias

RESUMEN

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

La presente tesina tiene como objetivo rediseñar las dos pequeñas redes de telefonía que actualmente dispone la empresa NERV, la matriz situada en Guayaquil y la agencia situada en Quito. Cada una de estas redes utilizará tecnología Voz sobre IP para la comunicación interna y entre localidades.

Los servidores que harán las veces de conmutador o centrales telefónicas, estarán instalados las respectivas agencias y contarán con sistema operativo libre y software de conmutación también libre. Ambas redes contarán con conexión hacia la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) administrada por CNT respectivamente. Además se utilizará la nube pública de Internet para la interconexión entre ambas centrales estableciendo una interconexión directa entre ellos sin necesidad de usar la PSTN para llamadas entre ambas localidades.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. Marco Teórico	2
VoIp.....	2
Funcionamiento.....	2
Tipos de protocolo VoIP.....	3
CAPÍTULO 2	
2. Reseña Histórica	4
Empresa.....	4
Situación actual de la empresa.....	4
Planteamiento del problema.....	5
CAPÍTULO 3	
3. Implementación	6
Objetivos.....	6
Solución a efectuar	6
Asterisk	7
Determinación de red.....	7
Determinación de equipos.....	9
Análisis de ancho de banda por códec.....	10
Softphone.....	11
Costos actuales	11
Inversión de implementación.....	12
CAPÍTULO 4	
4. Conclusiones y recomendaciones	15
Conclusiones	15
Recomendaciones	15
BIBLIOGRAFÍA.....	16



ABREVIATURAS

<i>ADC</i>	Conversión Analógica Digital
<i>CNT</i>	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
<i>CENTOS</i>	Sistema Operativo para Comunidades Empresariales
<i>CODEC</i>	Comprime Descomprime
<i>DAC</i>	Conversión Digital Analógica
<i>DHCP</i>	Protocolo de Configuración Dinámica de Usuarios
<i>DNS</i>	Sistema de Nombres de Dominio
<i>FXO</i>	Intercambio Exterior de Oficinas
<i>FXS</i>	Intercambio Exterior de Estaciones
<i>GPL</i>	Licencia Pública General
<i>GUI</i>	Interfaz Gráfica para Usuarios
<i>IAX2</i>	Protocolo de Intercambio Asterisk
<i>IP</i>	Protocolo de Internet
<i>ISDN</i>	Red Digital de Servicio Integrado
<i>LAN</i>	Red de Área Local
<i>NAT</i>	Translación de Direcciones de Red
<i>PBX</i>	Sucursal Privada de Intercambios
<i>PCM</i>	Modulación por Impulsos Modificados
<i>PSTN</i>	Red Telefónica Pública Conmutada
<i>QoS</i>	Calidad de Servicio
<i>SIP</i>	Protocolo de Inicio de Sesión
<i>TCP</i>	Protocolo de Control de Transmisión
<i>UDP</i>	Protocolo de Diagrama de Datos de Usuario
<i>VOIP</i>	Voz sobre Protocolo de Internet



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.0	Diagrama-Envío de llamada	2
Figura 1.1	Diagrama-Recepción.....	2
Figura 1.3	Digitalización.....	3
Figura 2.0	Empresa NERV	4
Figura 2.1	Red telefónica actual.....	5
Figura 3.0	Solución Asterisk	6
Figura 3.1	Implementación esquema Asterisk	8
Figura 3.2	Servidor	9
Figura 3.3	Teléfono IP	10
Figura 3.4	Softphone X-Lite.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.0	Características servidor	9
Tabla 3.1	Hardware adicional.....	9
Tabla 3.2	Teléfono IP	10
Tabla 3.3	Ancho de banda por códec.....	10
Tabla 3.4	Consumo telefónico GYE.....	11
Tabla 3.5	Consumo telefónico UIE.....	12
Tabla 3.6	Internet GYE.....	12
Tabla 3.7	Internet UIE.....	12
Tabla 3.8	Costos total servidores	13
Tabla 3.9	Costos hardware adicional.....	13
Tabla 3.10	Costos Teléfonos IP	13
Tabla 3.11	Costos total equipos	13
Tabla 3.12	Servicio técnico	14

INTRODUCCIÓN

La convergencia de las redes telefónicas y las redes de datos es una de las tendencias tecnológicas más importantes de esta década. En la historia de las telecomunicaciones, el desarrollo de productos y tecnologías específicas ha permitido a los usuarios ser los directos beneficiarios de sus bondades. Para esta ocasión se tomará en cuenta el desarrollo de la tecnología Voz sobre IP tal que permita abaratar los costos de comunicación entre dos localidades de un empresa y a su vez estar a la vanguardia tecnológica con un sistema de alta calidad.

El potencial de esta nueva tecnología es de gran importancia, siendo capaz de provocar notables mejoras y ahorros en las redes de comunicaciones de las corporaciones. Lo que se tiende en estos momentos es ofrecer al mercado productos y soluciones que aprovechen la infraestructura de red IP, con el propósito de mejorar la efectividad y productividad de las comunicaciones en las empresas.

La presente tesina tiene el objetivo de implementar una solución integral de telefonía que satisfaga las necesidades de comunicación de los usuarios y de dos localidades, que sea económicamente rentable y que permita a sus usuarios estar conectados dentro y fuera de ambas localidades a través de la red mundial de datos Internet.



CAPÍTULO 1

Marco Teórico VoIp

Este término viene de las palabras en inglés Voice Over Internet Protocol. Esta definición intenta permitir que la voz viaje en paquetes IP y obviamente a través de Internet. La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y por ende desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.

La VoIP por lo tanto, no es en sí mismo un servicio sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales conocida como la PSTN. Esta se basaba en el concepto de conmutación de circuitos, es decir, la realización de una comunicación requería el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta.

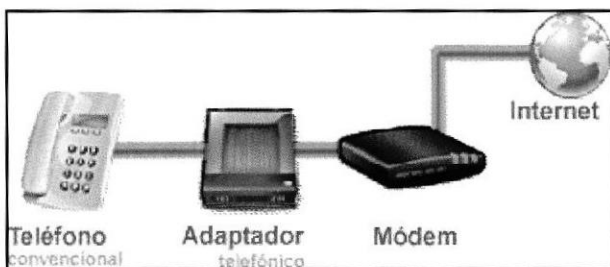


Figura 1.0 Diagrama-Envío de llamada

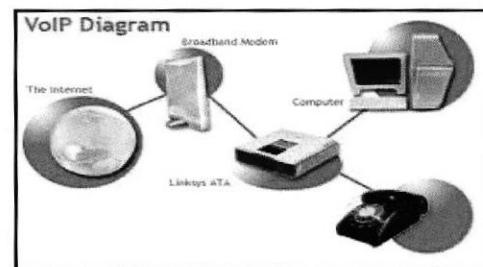


Figura 1.1 Diagrama-Recepción

Funcionamiento

Años atrás, se descubrió que enviar una señal a un destino remoto también se podría enviar de manera digital es decir, antes de enviar la señal se debía digitalizar con un dispositivo ADC (analog to digital converter), transmitirla y en el extremo de destino transformarla de nuevo a formato análogo con un dispositivo DAC (digital to analog converter).

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (pulse code modulation) por medio del codificador/decodificador de voz (codec). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso.

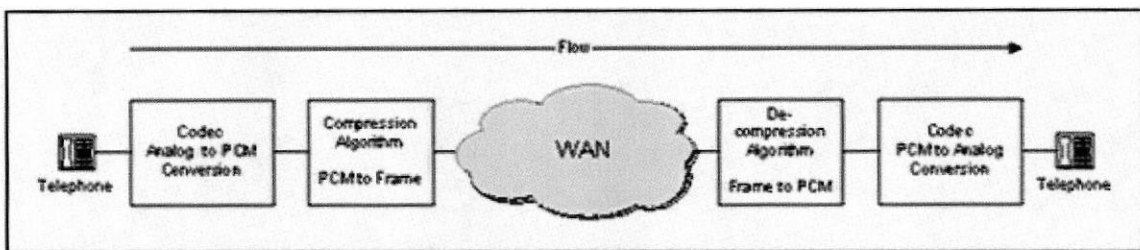


Figura 1.3 Digitalización

Tipos de protocolos VoIP

VoIP comprende muchos estándares y protocolos. La terminología básica debe ser entendida para comprender las aplicaciones y usos de VoIP.

- H.323: define los Sistemas de Comunicaciones Multimedia basados en paquetes. En otras palabras, define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- H.248: define el protocolo de Control Gateway. H.248 es el resultado de una colaboración conjunta entre la ITU y la IETF. el cual define una arquitectura centralizada para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- IAX: acrónimo de "Inter Asterisk eXchange". Es un protocolo abierto, es decir que se puede descargar y desarrollar libremente.
- La ITU es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, una organización internacional dentro del sistema de las Naciones Unidas donde los gobiernos y el sector privado coordinan las redes y servicios de telecomunicaciones globales.
- SIP: también conocido como la IETF 2543, define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.



CAPÍTULO 2

Reseña Histórica

Empresa

NERV S.A. es una empresa de repuestos de autos creada en Guayaquil, Ecuador en 1998, con personal ampliamente capacitado para atender las demandas del mercado para lo cual contamos con la infraestructura necesaria para ello.

Esta empresa está representada por su matriz en Guayaquil y varias sucursales en el Ecuador pero la más destacada está en Quito y juntas forman un equipo de gente joven, altamente motivada y entusiasta con una actitud profesional hacia el servicio al cliente.



Figura 2.0 Empresa NERV

En este momento la empresa NERV pretende dos objetivos primordiales. El primero es implementar en todos sus sistemas nuevas tecnologías de red y el segundo es mejorar la comunicación entre las localidades situadas en Guayaquil y Quito de forma eficaz, asequible y tecnológica ya que son las de mayor movimiento.

Situación actual de la empresa

NERV en el momento posee cinco agencias a nivel nacional pero las de mayor afluencia laboral son las de Guayaquil y Quito, es por esto que tuvo la necesidad de implementar PBX's (centralitas privadas) para cada una de las localidades mencionadas; a su vez estas PBX's se encuentran conectadas a la red pública PSTN mediante troncales analógicas. En la red telefónica de la matriz Guayaquil se encuentran conectados doce extensiones (teléfonos conectados a las PBX's) y tres faxes mientras que en Quito se dispone de seis extensiones y dos fax; siendo la mayoría de sus terminales teléfonos multilíneas y analógicos.



Por último las funciones de telefonía actual más utilizadas por la empresa son Música en espera, Captura de llamadas, Llamada en espera, Transferencia de llamadas e Identificador de llamadas.

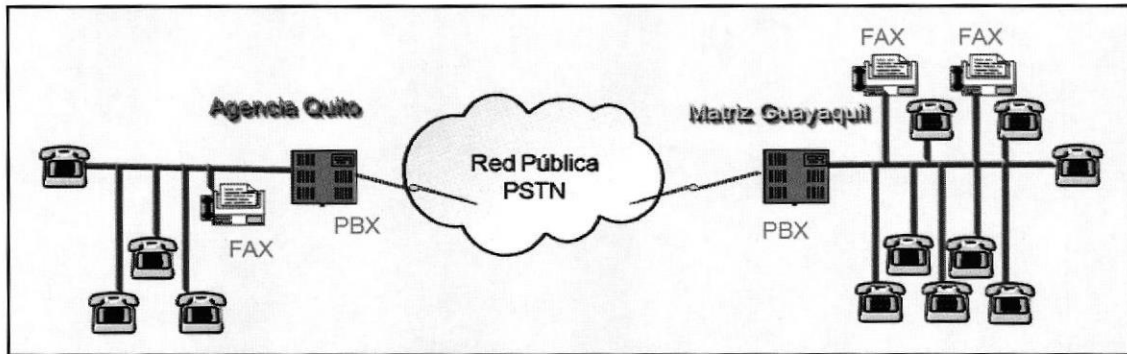


Figura 2.1 Red telefónica actual

Planteamiento del problema

Actualmente, las circunstancias laborales de las localidades Guayaquil – Quito presentan déficits económicos debido a aspectos como incremento en los costos de las llamadas por minuto, requerimiento de PBX's para sus extensiones, mantenimiento de su red corporativa y aumento en los pagos por tarifas de comunicación internacional. A causa de lo mencionado NERV se ve en la necesidad de mejorar sus sistemas para lograr la mayor eficiencia entre sus puntos laborales, este hecho ha llevado a la empresa a requerir la implementación de tecnología de comunicación que resulte eficiente y económica.

Debido a este sistema, NERV presenta múltiples problemas corporativos como:

- Para que las llamadas desde la PSTN lleguen directamente a la extensión, sin pasar por operadora, se debe contratar con la empresa de telefonía local (CNT) el servicio "Direct Inward Dial" (DID).
- Las PBX's instaladas requieren de mantenimiento y servicio técnico frecuente.
- La disponibilidad de la comunicación depende de líneas dedicadas.
- Servicios como llamada en espera, ID de llamadas, llamadas internacionales demandan costo adicional.
- Las llamadas se efectúan solamente entre dos usuarios. Existen llamadas tripartitas con valores sobrepuestos por la empresa proveedora de telefonía.

CAPÍTULO 3

Objetivo General

Diseñar una red telefónica e implementar una solución, utilizando tecnología IP y como central telefónica servidores que utilicen sistema operativo y software libre, además de indicar su viabilidad técnica, operativa y financiera.

Objetivo Especifico

Para cumplir con el objetivo general del proyecto se deben cumplir también con los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los equipos necesarios a usarse para cubrir las necesidades reales de esta tesina.
- Determinar el software regido bajo la GPL y la respectiva configuración que mejor compatibilidad, desempeño y resultados brinde a los requerimientos del proyecto.

Solución a efectuar

Implementación de un sistema VoIP, manteniendo la eficacia de una pequeña central telefónica tradicional (PBX) basada en software libre entre las localidades de Guayaquil y Quito pero dentro de un contexto de capacidades mucho más abundantes y económicas. Aprovechando las características propias que nos presentará un sistema asentado en Asterisk implementando servidores IP PBX.

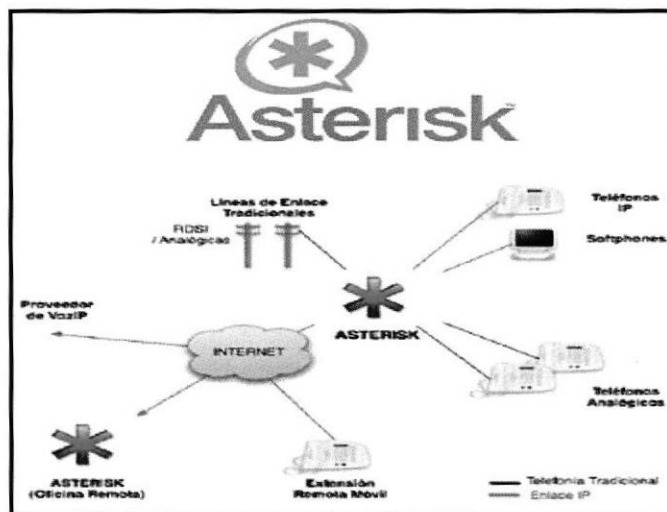


Figura 3.0 Solución Asterisk

Asterisk

Desarrollado por la empresa Digium. Es el software PBX libre de mayor difusión en el mercado que cuenta con varios años de posicionamiento. Gracias a su gran aceptación y a que se distribuye bajo los términos de la GPL cuenta con una amplia documentación y soporte, ya sea para actualizaciones, como también para corrección de errores y nuevas funcionalidades. Está diseñado para trabajar en cualquier sistema operativo, sea este Linux, BSD, Windows y Mac. Provee también todas las características que se esperan de una PBX y muchas más.

Asterisk hace VoIP con todos los protocolos desarrollados en el mercado, entre los cuales se cuenta con los cuatro principales. SIP, H323 (como cliente o puerta de enlace) e IAX2 (protocolo propietario de Asterisk).

Tiene muchas versiones en el mercado, entre ellas la más popular es "Asterisk@Home" la cual, además de incorporar todas las funcionalidades de Asterisk, incluye también una interfaz web llamada FreePBX, manejable remotamente desde cualquier computador. Asterisk@Home tiene distintas formas de ser instalado. Todas ellas descargables desde Internet. Una de sus versiones, probablemente la más popular, es aquella que trae la distribución CENTOS de Linux. Se instala completamente desde cero en un computador, y se autoconfigura, todo esto en menos de una hora. En este proceso detecta automáticamente los componentes de hardware y configura las características por defecto de una típica central telefónica.

Una vez instalada se puede acceder a la central remotamente desde cualquier navegador con solo poner la dirección IP de la central Asterisk. En nuestro navegador aparecerá la interfaz web configurable que nos permitirá administrar completamente nuestra central sin necesidad estar físicamente en presencia de ella.

Determinación de red

Para el diseño del presente proyecto se utilizará la red de datos actualmente existente en ambas localidades suministrada por Claro la cual provee 3Mbps a Guayaquil y 2.2Mbps a Quito. En Guayaquil, esta red de datos incluye 25 computadores, todos bajo el dominio "nerv2000.ec".

En Quito, esta red de datos incluye 14 ordenadores, bajo el dominio "nerv2002.ec".

Con esta red existente el sistema a instalar funcionará de la siguiente manera. Se añadirá dos servidores, uno en Guayaquil y otro en Quito, que harán las funciones de IP PBX, ambos tendrán instalado Asterisk@Home sobre una distribución CENTOS del sistema operativo Linux. Ambos equipos estarán dentro de las subredes de servidores de sus respectivos dominios y cada uno tendrá su propia dirección IP pública. A su vez estos estarán interconectados utilizando el protocolo IAX.

Al transmitir voz por medio de IP, el ancho de banda consumido dependerá exclusivamente del tipo de codificación que se use. Esta puede variar desde el códec más comprimido y eficiente (12 Kbps), hasta aquel que no lo es tanto (64 Kbps). Asumiendo el máximo valor para cada comunicación realizada como 64 Kbps y sabiendo por fuentes de ambas localidades que no se realizan más de cuatro llamadas simultáneas, se decide asignar el ancho de banda de la siguiente manera:

En Guayaquil, de los 3Mbps disponibles, 512Kbps serán para los canales de voz, mientras que en Quito de los 2.2Mbps, 256Kbps se destinarán a voz. Para garantizar esto, se realiza una configuración de control de ancho de banda en los servidores Proxy y se toma en cuenta el dimensionamiento de las características de Hardware del equipo, ya que ellas determinan la velocidad y eficacia del procesamiento de las señales de voz y su correcta administración sin retrasos ni ecos ni ningún otro inconveniente.

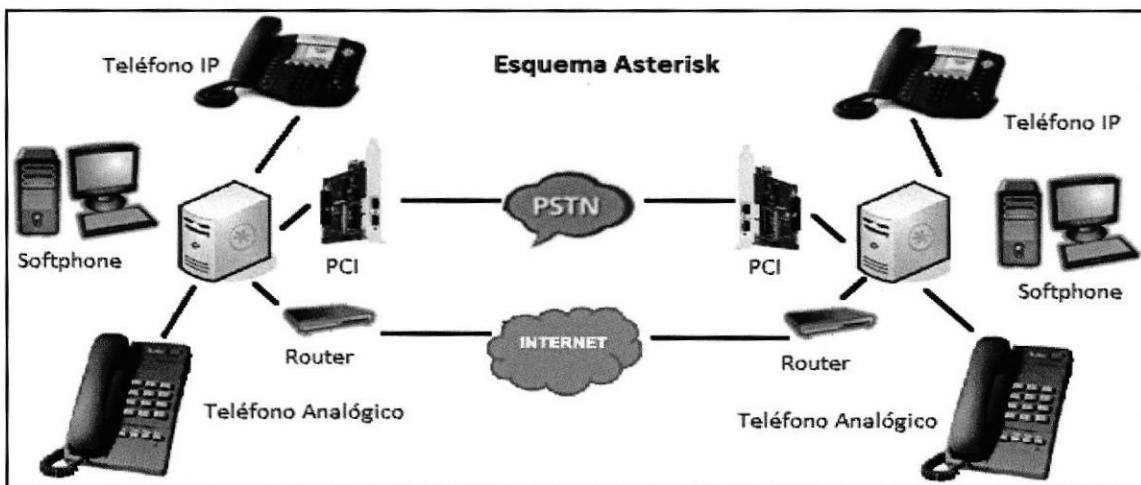


Figura 3.1 Implementación esquema Asterisk

Determinación de equipos

En Guayaquil, el servidor a instalar tendrá dos interfaces de red. La primera destinada para la comunicación interna, tendrá la dirección IP privada 192.168.20.160. A esta interfaz se conectarán todos los dispositivos de telefonía VoIP y la segunda interfaz, destinada para la comunicación externa, tendrá una dirección IP pública. Adicionalmente este servidor tendrá instalada dos interfaces PCI análogas para la comunicación con la PSTN. Estas interfaces incluyen 4 puertos FXO cada una que permitirá la conexión y administración de las líneas análogas de CNT que actualmente posee la empresa por medio del IP PBX a instalar.

En Quito, el servidor a instalar tendrá también dos interfaces de red. La primera destinada para la comunicación interna, tendrá la dirección IP privada 192.167.20.160. A esta interfaz se conectarán todos los dispositivos de telefonía VoIP. La segunda interfaz, destinada para la comunicación externa, tendrá una dirección IP pública. Adicionalmente este servidor tendrá instalada dos interfaces PCI análogas para la comunicación con la PSTN. Estas interfaces incluyen 4 puertos FXO cada una que permitirá la conexión y administración de las líneas análogas de CNT que actualmente posee por medio del IP PBX a instalar y 2 puertos FXS para conectar teléfonos analógicos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVIDORES IP PBX

Procesador	AMD Athlon 64 X2 2400+ Dual-Core
Velocidad	2.0 Ghz
Memoria Cache	1 Mb + 1 Mb
Memoria RAM	3 Gb - 400 Hz
Tarjeta madre	MSI K8
Disco duro	Serial ATA 120 Gb
Case	500 Watts

Tabla 3.0 Características servidor

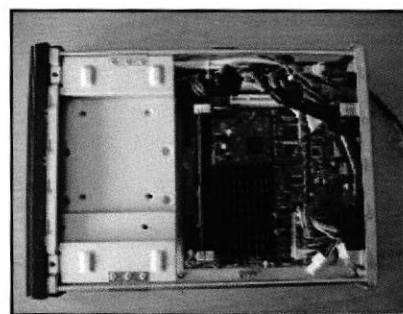


Figura 3.2 Servidor

CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE ADICIONAL

Cantidad	Dispositivo
4	Digium DGM-TDM04B

2	Tarjetas Ethernet 10 / 100 Mbps
---	---------------------------------

Tabla 3.1 Hardware adicional

Para el plan de numeración se usará el mismo que actualmente está implementado NERV, es decir, doce extensiones en Guayaquil y seis en Quito pero usando el protocolo SIP. Para cada una de estas extensiones se asignará un teléfono IP capaz de soportar protocolos SIP, IAX2 y H323. El cual es el modelo AT-320M de la compañía ATCOM.

TELÉFONOS IP

Cantidad	Dispositivo
18	Teléfono AT-320M

Tabla 3.2 Teléfono IP

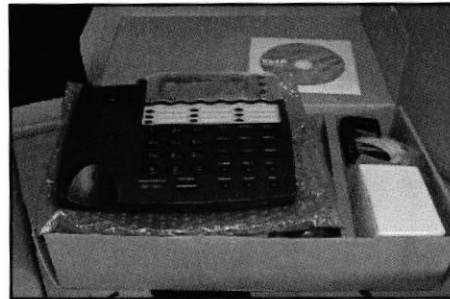


Figura 3.3 Teléfono IP

Análisis de ancho de banda por códec

Un códec convierte una señal de audio analógico en un formato de audio digital para transmitirlo en una red de datos y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para poder reproducirlo.

CONSUMO PROMEDIO DE ANCHO DE BANDA POR CÓDEC

Códec	Consumo Bi-direccional de ancho de Banda (Kbps)			
	Una Llamada	Dos Llamadas	Llamada adicional	Cuatro Llamadas
G.711	82.1	148	65.9	279.8
GSM	35.4	50.2	14.7	79.6
iLBC	28	49.3	21.2	91.7
G.729	30	39.7	9.6	58.9

Tabla 3.3 Ancho de banda por códec

Como se puede observar, el códec que mejor compresión ofrece es G.729, seguido por GSM. Por lo mostrado en la tabla se determinó para este proyecto la implementación del G.729. Este códec es un algoritmo de

compresión de datos de audio para voz que envía cada 10 milisegundos un paquete con la información sonora.

Softphone

Otra alternativa al uso de equipos dedicados (físicos) de VoIP es el uso de programas para emularlos. Estos programas se conocen como “softphones” y funcionan en cualquier ordenador personal. El único requerimiento es tener una tarjeta de sonido en funcionamiento y estar seguro de que el cortafuego instalado en los equipos no están bloqueando a la aplicación.



Figura 3.4 Softphone X-Lite

El softphone a instalar en todos los ordenadores (terminales) de NERV por su popularidad y funcionalidad SIP será “X-Lite”. Este es un cliente de mensajería y videoconferencia que presenta servicios gratuitos, permitiendo comunicarse cara a cara con hasta cinco personas manteniendo buena calidad. X-Lite dispone de varias opciones como chat de texto, voz, llamadas a números de teléfono y SMS.

Costos actuales de NERV

CONSUMO TELEFÓNICO ACTUAL GUAYAQUIL

Número de llamadas diarias	8
Número de llamadas semanales	8 x 5 = 40
Número de llamadas mensuales	40 x 4 = 160
Duración promedio de una llamada	15 minutos
Numero de minutos consumidos al mes	2400 minutos al mes
Costo del minuto de GYE a UIO	\$ 0. ¹¹²
Costo mensual de llamadas GYE – UIO	\$ 268. ⁸⁰
27% Impuestos (IVA 12%, ICE 15 %)	\$ 72. ⁵⁷
TOTAL	\$ 341.³⁸

Tabla 3.4 Consumo Telefónico GYE

CONSUMO TELEFÓNICO ACTUAL QUITO

Número de llamadas diarias	5
Número de llamadas semanales	5 x 5 = 25
Número de llamadas mensuales	25 x 4 = 100
Duración promedio de una llamada	15 minutos
Numero de minutos consumidos al mes	1500 minutos al mes
Costo del minuto de UIO a GYE	\$ 0,112
Costo mensual de llamadas UIO - GYE	\$ 168,00
27% Impuestos (IVA 12%, ICE 15 %)	\$ 45,36
TOTAL	\$ 213,36

Tabla 3.5 Consumo Telefónico UIE

COSTOS ACTUALES INTERNET GUAYAQUIL

Claro 3Mbps	\$ 29,90
Mantenimiento 6 IP públicas	\$ 60,00
Subtotal	\$ 89,90
Impuestos (IVA 12%)	\$ 10,78
TOTAL	\$ 100,68

Tabla 3.6 Internet GYE

COSTOS ACTUALES INTERNET QUITO

Claro 2.2Mbps	\$ 24,90
Mantenimiento 4 IP públicas	\$ 20,00
Subtotal	\$ 44,90
Impuestos (IVA 12%)	\$ 5,39
TOTAL	\$ 50,29

Tabla 3.7 Internet UIE

Inversión de implementación

La ejecución del nuevo sistema concibe una inversión inicial (requerimientos técnicos) cuyo rubro principal está concentrado en equipos, seguido por el gasto en la adquisición de códec, los costos de instalación, interconexión y finalmente el costo por servicio técnico.



Dado que el software a usarse es opensource gratuito, este puede descargarse desde el sitio Web del fabricante. Para el presente caso, se descargó una imagen completa de disco que instala Asterisk@Home sobre una distribución CENTOS de Linux. El tamaño total de la descarga es de 526Mbytes.

En lo que respecta a la inversión en equipos, es necesaria la adquisición de dos servidores que harán las funciones de IP PBX. A cada uno de estos computadores se incorporará dos tarjetas Digium TDM04B de cuatro puertos FXO y una tarjeta de red.

COSTOS TOTAL SERVIDORES

Cantidad	Dispositivo	Precio U.	Total
2	Servidores	\$ 950. ⁰⁰	\$ 1,900. ⁰⁰
	Hardware adicional	\$ 1,575. ⁹⁰	\$ 1,575. ⁹⁰
	Total		\$ 3,475. ⁹⁰

Tabla 3.8 Costos total servidores

COSTOS HARDWARE ADICIONAL

Cantidad	Dispositivo	Precio U.	Total
4	Digium DGM-TDM04B	\$ 378. ⁹⁰	\$ 1,515. ⁶⁰
2	Ethernet 10/100 Mbps	\$ 30. ⁰⁰	\$ 60. ⁰⁰
	Total		\$ 1,575. ⁹⁰

Tabla 3.9 Costo hardware adicional

COSTOS TELEFONOS IP

Cantidad	Dispositivo	Precio U.	Total
18	Teléfono AT-320M	\$ 49, ⁹⁰	\$ 898. ²⁰
	Total		\$ 898. ²⁰

Tabla 3.10 Costos Teléfonos IP

COSTOS TOTAL EQUIPOS

Cantidad	Dispositivo	Precio U.	Total
2	Servidores IP PBX	\$ 1,737. ⁹⁵	\$ 3,475. ⁹⁰
18	Teléfono AT-320M	\$ 49, ⁹⁰	\$ 898. ²⁰
	Total		\$ 4,374. ¹⁰

Tabla 3.11 Costos total equipos

Finalmente a los costos descritos anteriormente, es necesario agregar un gasto adicional el cual es generado por el Servicio técnico e Instalación. Este es un rubro que se lo cancela una sola vez.

RUBRO DE TRABAJO

Servicio técnico e Instalación	\$ 600. ⁰⁰
--------------------------------	-----------------------

Tabla 3.12 Servicio Técnico

CAPÍTULO 4

Conclusiones

- Se indicó a través de la implementación final detallada en la presente tesina la viabilidad y efectividad de la PBX bajo plataforma opensource, permitiendo la comunicación entre localidades remotas o no aprovechando el código abierto distribuido a través de la GNU Public License.
- Se demostró que el gasto que se incurre en la adquisición personalizada de una IP PBX para las localidades incluye únicamente la compra de equipos de hardware, ya que el software, por ser de código abierto, se distribuye gratuitamente en el Internet.
- Se concluyó que la comunicación entre las localidades Guayaquil y Quito a través de la IP PBX Asterisk, conlleva al ahorro telefónico por llamadas entre las mismas.

Recomendaciones

- Se recomienda que la PBX esté expuesta directamente a internet con una IP pública para evitar problemas de NAT, en cuyo caso se deben configurar reglas de firewall en el servidor Asterisk. Dado que este servicio está en una plataforma opensource, las seguridades son fiables; por esto se deben filtrar puertos extraños hacia el servidor y a través del mismo, por medio de políticas de IPTABLES, permitiendo solamente las conexiones necesarias para el servicio implementado. Adicionalmente el filtro precavido y adecuado con el puerto UDP correspondiente de los protocolos SIP, e IAX2 hacia y desde las redes internas y externas conocidas.



BIBLIOGRAFÍA

5 de Julio del 2012

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

2.[http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Documentos sobre Asterisk](http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Documentos_sobre_Asterisk)

10 de Julio del 2012

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

12 de Julio del 2012

4.<http://es.wikipedia.org/wiki/Asterisk>

5.<http://www.tech-faq.com/voip-codec.shtml>

17 de Julio del 2012

6.[http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc758485\(v=ws.10\)](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc758485(v=ws.10))

7.<http://www.tech-faq.com/voip.shtml>

18 de Julio del 2012

8.http://www.uninorte.edu.co/divisiones/ingenierias/Dpto_Sistemas/lab_redes/upload/file/MANUAL%20DE%20INSTALACIon%20Y%20CONFIGURACIon%20DE%20UN%20SERVIDOR%20ASTERISK.pdf