"Análisis e implementación de dos o más pbx bajo voip basándose en protocolos iax y sip para interconectar dos o más empresas y/u oficinas"

Allan Haraldsson Rojas[1], Jaime Vera Regalado[2], Michael Padilla Chalén[3], Pedro Vargas[4]

[1]Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2006; e-mail: allynsky@hotmail.com
[2]Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2006; e-mail: jaimito_andres@hotmail.com
[3]Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2006; e-mail: mich_padilla@hotmail.com
[4]Director de Tesis, Ingeniero en Electricidad – Especialización Electrónica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Maestría en Ingeniería Electrónica, Instituto Electrónico de Leningrado, URSS; e-mail: ppvargas@fiec.espol.edu.ec

RESUMEN

Esta tesis se comenzó realizando una introducción sobre el aspecto teórico referente a la transmisión de la voz en canales de datos, la forma como se digitalizan las señales analógicas y generalidades referentes a VoIP- Además una explicación sobre cómo funciona el protocolo SIP y los aspectos más importantes de la solución a implementarse en una plataforma Open Source (Sistema Operativo Linux, Kernel 2.6) como solución integral de telefonía.

Adicionalmente se realiza un estudio de la infraestructura de las empresas donde se implementará el servicio, así como también una evaluación de los componentes que se necesitarían para la implementación de la solución tomando en cuenta el aspecto económico y la tecnología disponible de los mismos.

Una vez que se determina los equipos y componentes más adecuados para las empresas se procede a realizar la instalación de la red y; la configuración y administración necesaria en la PBX para dejar operativos los servicios requeridos.

Para finalizar se realiza un análisis del servicio para demostrar la calidad del mismo, y se elaboran recomendaciones para futuras mejoras tomando en cuenta el futuro crecimiento y escalabilidad de las empresas.

This Thesis began by making an introduction about the technical aspect of transmission of voice in data channels, the form like analogical signals are digitalize and VoIP majorities. In addition, an explanation on how the SIP protocol works and the most important aspects of the solution to implement in a platform Open Source (Operating System Linux, Kernel 2.6) as an integral telephony solution.

Additionally the infrastructure and components of the companies where the service will be installed is analyzed thinking in the economical and technological aspects.

Once the correct equipment and its components are chosen for the companies the network installation, the configuration and administration of the PBX begins in order to leave the services requirements enabled.

Finally, an analysis is made in order to demonstrate the quality of service and to give possible recommendations for future improvements considering growth and scalability of the companies.

INTRODUCCION

Ha sido característico en la historia de las telecomunicaciones el desarrollo de productos que operen sobre un tipo de tecnología específico que utilice la red, y para ello la implementación de una PBX que satisfaga las necesidades de las compañías a implementarse, siempre tomando en cuenta el costo de la PBX acorde a la compañía. Para ello se implementó una PBX característica llamada ASTERISK.

ASTERISK es una plataforma híbrida capaz de soportar telefonía TDM, IVR y PBX de Voz en paquetes (VoIP). Su nombre proviene del símbolo “asterisco” (*) que es usado por diferentes sistemas operativos como UNIX, LINUX y DOS para representar un carácter comodín, de la misma forma los desarrolladores de esta plataforma nos la presentan como una solución capaz de comunicarse con cualquier tipo de hardware, software o aplicación de telefonía en una forma consistente.

Ha sido desarrollado por DIGIUM y se encuentra licenciado bajo la GNU Public License, que permite la libre distribución del software y de su código fuente, convirtiéndose en un integrante de la numerosa comunidad del Open Source.

Asterisk toma la iniciativa sobre la integración de diferentes tecnologías y protocolos en una sola plataforma que por lo tanto puede adaptarse fácilmente a infraestructuras ya montadas y a las preferencias de los usuarios. Siendo los protocolos soportados por Asterisk:

- Session Initiation Protocol (SIP)
- Inter-Asterisk exchange (IAX) versions 1 and 2
- Media Gateway Control Protocol (MGCP)
- ITU H.323
- Voice over Frame Relay (VOFR)

1.- SITUACIÓN ACTUAL Y ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA POR LA EMPRESA TODO WIRELESS-SERVINET Y VOIPE.

Con el objetivo de diseñar una solución adecuada para las empresas TODO WIRELESS-SERVINET y VOIPE, se realizó un estudio a través del cual se identificaron las necesidades y requerimientos de las mismas. Además se verificó el espacio físico donde será implementado el equipo principal (PBX), así como también la ubicación de los puntos donde estarán los equipos terminales.

Las oficinas de TODO WIRELESS-SERVINET cuenta con tres líneas telefónicas, una utilizada en Gerencia, otra en Recepción y otra en Atención al Cliente y no poseen PBX convencional o centralita, por ende, no manejan extensiones y consta de 9 puntos de red y 9 puntos telefónicos también.

Luego de comparar costos para las diferentes piezas que componen el softswitch y los terminales VoIP, se concluyó que se necesita los siguientes equipos.

- Un teléfono IP Grandstream Budgetone 102 para el área de recepción, dos para gerencia, y uno para el departamento Técnico.
- Dos Analog Terminal Adapter Linksys Supura modelo SPA 2002-2 puertos FXS para el área de Asistencia al Cliente.

Debido al acercamiento con la empresa VOIPE los equipos a usarse fueron prestados para las instalaciones y pruebas de comunicación.

En conclusión para la implementación de la PBX ASTERISK en la empresa TODO WIRELESS-SERVINET se necesitó la adquisición del computador que cumpla con las funciones de PBX y además la disponibilidad de 8 puntos de red más, pero con la adquisición del switch D-Link *DSS-5+ de 5 puertos* queda cubierta esta última necesidad.

Para las oficinas de VOIPE cuenta con una línea telefónica la cual ingresa a una centralita de VoIP marca GrandStream, modelo GPX2000, y esta se encarga de transferir las llamadas entrantes a 3 dispositivos de VoIP distribuidos de la siguiente manera:

- Tres teléfonos VoIP, marca GrandStream, modelo Budge Tone-100 para el área de Gerencia, de Contabilidad y de Recepción.
- Un ATA VoIP, Linksys - Sipura SPA 2002 de 2 puertos FXS en el área de Atención al Cliente.

Teniendo en cuenta que la compañía VOIPE distribuye los equipos de marca GRANDSTREAM y equipos LINKSYS, se procedió a utilizar estos terminales IP ya que son parte de sus activos y no se incurrirían en gastos por terminales. Finalmente los equipos terminales quedaron distribuidos como se los encontró en un comienzo.

En conclusión, para la implementación de la PBX ASTERISK en la empresa VOIPE se necesitaría únicamente la adquisición de un computador que cumpliría con las funciones de PBX reemplazando así a la centralita VoIP marca GrandStream, modelo GPX2000.

El costo final de la PBX queda especificado en la tabla I

Tabla I
Costo Total de la PBX TODO WIRELESS-SERVINET Y VOIPE
Más puertos adicionales (switch)

TOTAL PBX					**$345**
Switch 8 puertos	D-Link - Desktop 10/100	*DES-108*	*33*	*1*	33
TOTAL					**$378**

Si la compañía TODO WIRELESS-SERVINET desee adquirir como parte de sus activos los Terminales VoIP los costos del mismos están expuestos en la tabla II

Tabla II
Costo Total al Adquirir los terminales IP

Equipo o Dispositivo	Marca	Modelo	P. Unit $	Cant.	Total $
Telefono IP	Grandstream	budgetone 102	99	4	396
ATA	Grandstream	Handytone 488	145	2	290
TOTAL TERMINALES					**686**

2.- IMPLEMENTACION ASTERISK

Al ser un software Open Source Asterisk se encuentra libre para ser descargado desde el Internet, se procede a descargarlo desde el sitio Web oficial de de Asterisk, actualmente en la versión 1.2, y junto con los demás módulos que dan soporte al mismo deben agregarse. La dirección a descargarse es: ftp://ftp.digium.com/pub/asterisk/

Para la instalación y configuración de las PBX de ambas compañías se procedió a la instalación de Asterisk a través de una distribución Open Source llamado ASTERISK@HOME 2.7.
Esta es una herramienta desarrollada con el fin de llevar a cabo la instalación y configuración de ASTERISK desde archivos pre-configurados a ser instalados, en conjunto con el Sistema Operativo del computador. El beneficio de usar esta herramienta es que el administrador no necesita tener conocimientos de Linux o de edición de archivos de texto para configurar Asterisk.

Asterisk@Home instala el SO CenOS 4.2 y escribe la configuración básica para todas las herramientas de Asterisk y puede ser descargado en forma gratuita de Internet ya que se encuentra distribuido bajo la GNU Public License.
Para su instalación se procede con el Boot del computador desde la unida de CD.

Una vez instalado se procede a ingresar a la interfaz Web GUI que toma nombre de Asterisk Management Portal (AMP) ver figura 2.1, donde permite leer, editar extensiones, controlar, monitorear llamadas, entre otras mas. Para ingresar al AMP se debe digitar en el URL http://pbx.servinet.net.ec/

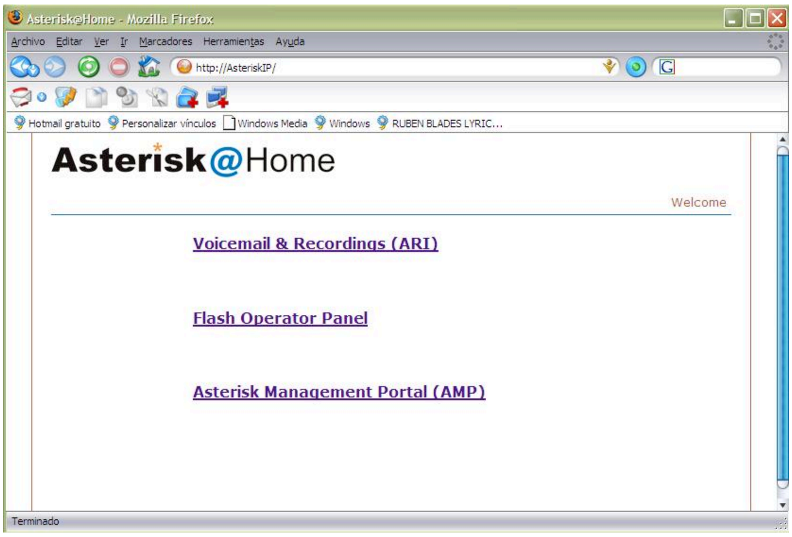

Figura 2.1. Asterisk Management Portal

Desde el momento en que la llamada ingresa a la PBX este presenta múltiples servicios que son personalizados por el administrador de la PBX.
Estos servicios instalados en las PBX de las compañías TODO WIRELESS-SERVINET y VOIPE entre las principales, se detallan a continuación:

- Buzón de mensajes de voz
- Salón para conferencia de llamadas
- Cola de llamadas para atención al cliente
- Interactive Voice Response (IVR)
- Panel de Control para Operador

Cada usuario creado en la PBX Asterisk tiene su número de extensión, sea para la comunicación a través de protocolo SIP o IAX, acceso a su buzón de voz, acceso a cuarto de conferencias y capacidad para realizar llamadas internas o externas, ya sean a través de la PSTN o de la red local.

A través del AMP brinda la oportunidad de tener registro de las llamadas realizadas, ya se por extensiones, por intervalo en el día, por mes, por año. Dando información desde donde se llamó, hacia que extensión se llamó, tiempo de duración, y protocolo a usarse. Este genera reporte con la facilidad de visualizarlos en PDF, en una hoja de Cálculo, Gráficos estadísticos, Curvas por día y tiempo de duración de llamada.

El objetivo de interconectar dos o más servidores Asterisk, es con el motivo de que los usuarios puedan comunicarse con usuarios de otra compañía sin importar la ubicación en que se hallen, todo esto a través del canal de datos Internet. La interconexión entre servidores Asterisk puede llevarse a cabo bajo los protocolos SIP o IAX, aunque IAX (Inter Asterisk eXchange) fue creado específicamente con ese propósito, por lo que es aconsejable que si se van a conectar múltiples PBX Asterisk, se use este protocolo. Una de las ventajas de usar IAX es que siempre guarda en las cabeceras la IP pública de la fuente y destino, soportando así NATING.

Para que usuarios externos puedan acceder a los servidores Asterisk se debe tener en cuenta el escenario en que los terminales y el servidor se encuentren, para analizar los posibles problemas que puedan presentarse durante su conexión. Para ello hay que tomar en cuenta los siguientes escenarios

- Si el servidor Asterisk está fuera del NAT, y los clientes dentro de un NATING.
- En caso que el servidor Asterisk y el Cliente SIP estén detrás de un Firewall NAT, se necesita un intermediario para poder encontrarse entre sí, esto es un servidor SIP Proxy que mantenga la transacción SIP y que sea visto en Internet por ambas partes.

3.- OPTIMIZACION DE LOS SERVICIOS IMPLEMENTADOS

El principal tema para el análisis del servicio de calidad en la implementación y comunicación de una llamada VoIP, es la de garantizar que el tráfico de paquetes para una comunicación multimedia, sea establecida sin que haya interferencia, saturación o retardo durante la sesión, por un tráfico de menor prioridad.

Previamente para asegurar un canal de voz durante una llamada, en medio de un tráfico hacia el Internet usado por el resto de la red de ambas compañías se procedió a analizar el consumo de cada llamada hacia el Servidor Asterisk, con los diferentes codec soportados por los terminales VoIP.

Mediante un aplicativo instalado en el mismo servidor Asterisk, CACTI, comienza a tomar muestras estadísticas, a través de pedidos SNMP, de cuanto tráfico está pasando por la interfaz de red y las gráficas resultantes queda de la siguiente forma, expuesta en la figura 3.1.

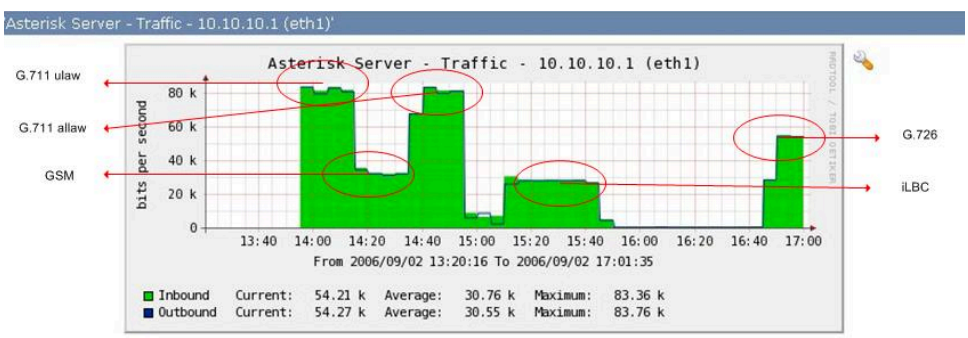

Figura 3.1 Esquema del consumo del canal Libre para una Llamada SIP e IAX

Por lo que se llegó a la siguiente tabla III como conclusión:

Tabla III
Consumo promedio
de Ancho de Banda real por Codec

CODECS	BW (Kbps)	
	Tx	Rx
G.711 ulaw	83,2	83,2
G.711alaw	83	83
GSM	33,1	33,1
iLBC	26	26
G.726	54	54

Analizando el QoS se debió tomar en cuenta el hardware por el cual está instalada la plataforma, esto es, la carga del CPU, consumo de la memoria RAM, cantidad de procesos. Para ello se realizó un promedio de 5 llamadas simultáneas hacia y a través del servidor Asterisk.
Mediante las gráficas producidas se tomó las siguientes muestras expresado en la figura 3.2

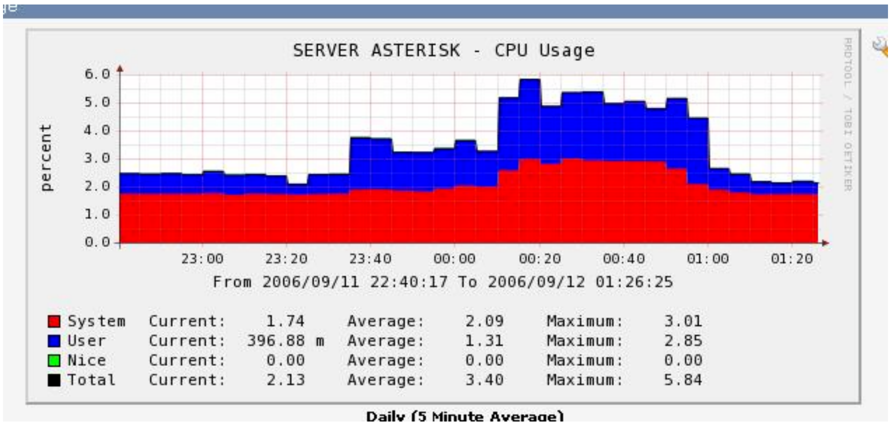

Figura 3.2 Consumo promedio del CPU durante 2 horas, al realizar 5 llamadas simultáneas

Observando de esta forma que el consumo máximo para realizar 5 llamadas no va mas allá de un 6% del consumo del CPU y El número máximo de llamadas simultáneas que las compañías VOIPE Y TODO WIRELESS-SERVINET pueden hacer es de cinco y ochos llamadas respectivamente por lo que los servidores implementados en cada compañía cumple de manera satisfactoria con la demanda de llamadas para ambas compañías. Con el uso del códec GSM que es el más óptimo para las llamadas hacia y desde el exterior por la calidad en la voz con un promedio de 33,1 Kbps de manera simétrica.
El uso del códec G.729 es de mayor optimización del canal pero este a su vez se debe adquirir una licencia para el uso en el servidor Asterisk. Esta compra

de licencia del codec G.729 puede ser adquirida en la página www.digium.com donde ellos mismos facilitan las tarjetas, servidores, con soporte de G.729 ya activado o la adquisición aparte de licencias para el uso del codec G.729.

La optimización y segmentación del Ancho de Banda para la voz se lo realiza a través de disciplinas de colas para manejo de Ancho de Banda, entre ellos se tiene CBQ (Class-Based Queueing) y HTB (Hierarchical Token Bucket) estas dos disciplinas pueden ser configuradas en el servidor Linux. Para el control en los servidores de TODO WIRELESS-SERVINET y VOIPE se utilizó HTB ya que este permite la asignación dinámica evitando así el desperdicio del canal de Internet.

La ESCALABILIDAD de ambas compañías se enfoca a la disponibilidad de sucursales donde se vea la necesidad de comunicación con dichas oficinas, dependiendo de la dimensión de las oficinas remotas se presenta dos posibles esquemas de la red telefónica VoIP:

1.- Se podría instalar una PBX ASTERISK en cada sucursal, y de esta manera cada sucursal manejaría sus propias extensiones locales, y en el caso que lo amerita ir a marcar a extensiones remotas.

2.- La segunda opción sería tener una PBX ASTERISK como MATRIZ de todas las sucursales, donde todos los teléfonos IP se registran en un solo Servidor Asterisk. Pero el inconveniente sería que para una llamada local se estaría consumiendo el Ancho de Banda en dicha sucursal.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demostró a través de las múltiples pruebas e implementación final detallada en la presente tesis la viabilidad y efectividad de la PBX bajo plataforma OpenSource, permitiendo las comunicaciones entre oficinas locales y remotas, y a su vez logrando la integración de voz y datos en un mismo medio, logrando así la optimización de recursos, 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 PBX para las empresas VOIPE y TODO WIRELESS-SERVINET incluyó únicamente la compra de las partes de la PBX ASTERISK ya que ambas compañías tienen un acuerdo y acercamiento formal, evitando el gasto de los terminales IP. Finalmente se obtuvo el costo total de la PBX para 10 usuarios en $345, sin embargo por los resultados obtenidos en las pruebas se asegura el funcionamiento de la PBX hasta con 20 usuarios si se incrementa su memoria RAM a 512 MB.

Con la comunicación entre oficinas remotas a través de la PBX Asterisk sin importar su ubicación, conlleva a la compañías partícipes en el ahorro de una llamada entre oficinas a través de la PSTN o de recargos por interconexión, en caso de estar en distintas operadoras (llamadas regionales, nacional, internacional).

Se debe tomar en cuenta el consumo de la memoria RAM del servidor ASTERISK, ya que como se había analizado antes, este casi es consumido en su 50% de su totalidad (256MB) , para un promedio de 8 llamadas.

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 esta en una plataforma OpenSource, las seguridades serían fiables; 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 trabajo de oficina.

BIBLIOGRAFIA

1. GOMILLION DAVID, DEMPSTER BARRIE, Building Telephony Systems with Asterisk, Packt Publishing Ltda., Primera Edición, Birmingham UK, Septiembre 2005

2. VAN MEGGELEN JIM, SMITH JARED & MADSEN LEIF, Asterisk: The Future of Telephony, Editorial O´Reilly Media Inc., Primera Edición, Sebastopol USA, Septiembre 2005

3. MAHLER PAUL, VoIP Telephony with Asterisk, Editorial Signate Inc., Primera Edición, USA, 2004

4. MADSEN LEIF, SMITH JARED, VAN MEGGELEN JIM, TOOLEY CHRIS, The Asterisk Project Volume One: An Introduction to Asterisk, Revisión 0.1, 19 Septiembre 2004

5. JOHNSTON ALAN, SIP: Understanding the Session Initial Protocol, Artech House Telecommunications Library, Segunda Edición, Noviembre 2003

6. Configuración Asterisk
   http://www.voip-info.org

7. Tarjetas FXO, Codec G.729
   http://www.digium.com

8. Asterisk QoS
   http://www.**voip**-info.org/wiki/view/Asterisk+**QoS**

9. GNU License Public
   http://gugs.sindominio.net/licencias/gples.html

10. Instalación CACTI

http://www.cacti.com

11. Problemas NATING IAX, SIP
http://www.networkworld.com/news/tech/2005/041105techupdate.html
http://www.asteriskdocs.org/modules/tinycontent/content/docbook/current/docs-html/x1647.html
http://www.asteriskguru.com/tutorials/sip_nat_oneway_or_no_audio_asterisk.html

12. Caracterísitcas IAX y SIP
http://www.voip-info.org/wiki-IAX+versus+SIP

13. TECNOLOGIA VOIP
http://es.wikipedia.org/wiki/**VoIP**
http://www.fujitsu.com/downloads/MICRO/fma/pdf/**voip**.pdf
http://www.tech-faq.com/voip-codec.shtml

Director de Tesis
Ing. Pedro Vargas