

**DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN EN TELEFONÍA PBX - IP BAJO CÓDIGO
ABIERTO Y APLICANDO SERVICIOS DE VALOR AGREGADO**

**ELIAS CURE REQUENA
LUIS CARLOS RODRIGUEZ MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2011

**DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN EN TELEFONÍA PBX - IP BAJO CÓDIGO
ABIERTO Y APLICANDO SERVICIOS DE VALOR AGREGADO**

**ELIAS CURE REQUENA
LUIS CARLOS RODRIGUEZ MUÑOZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito
para optar al título de Especialista en telecomunicaciones
Director: ESP. ING. ANDRES JACOME**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2011

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	19
JUSTIFICACIÓN	21
ESTADO DEL ARTE	22
1. CAPITULO 1	23
1.1 FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA IP Y CÓDIGO ABIERTO.	23
1.1.1 Calidad de voz	24
1.1.2 Modelo de codificación y paquetización	27
1.2 FUNCIONAMIENTO DE ASTERISK	28
1.3 IMPLEMENTACION EN UN SISTEMA ASTERISK	30
1.3.1 Selección del hardware para servidores	34
1.3.2 Problemas en el rendimiento	34
1.3.3 Seleccionar un procesador adecuado	37
1.3.4 Sistemas básicos	38
1.3.5 Sistemas de gama media	39
1.3.6 Grandes sistemas	39
1.3.7 Placa base o motherboard adecuado	39
1.3.7 Clases de tarjetas zaptel para asterisk	41
1.4 PROTOCOLOS VoIP	44
1.5 DISPOSITIVOS VoIP	46
1.6 SOFTWARE ELASTIX	49
1.6.1 Trixbox	50
1.6.2 PBX In a Flash	50
1.6.3 Instalación del software Elastix	53

2. CAPITULO 2	55
2.1 FUNCIONAMIENTO PBX ANALOGICO	55
3. CAPITULO 3	59
3.1 DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN PBX-IP DE CÓDIGO ABIERTO	59
3.2 SELECCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE	59
3.2.1 Hardware	59
3.2.2 Software	62
3.2.3 Instalación del sistema	64
3.2.4 Configuración del Gateway	65
3.2.5 Configuración del PBX vía WEB	71
3.2.6 Mensajería Instantánea	82
3.2.7 Fax virtual	85
3.2.8 Control total sobre las llamadas.	87
CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla elaborada por Asterisk, Guía de Instalación y Configuración 2010.	24
Tabla 2. Comparación entre códec y su rendimiento en ancho de banda por cantidad de usuarios.	31
Tabla 3. Muestra el propósito de cada uno de los sistemas, el número de canales y el sistema tanto de procesador como de memoria RAM requerida.	32
Tabla 4. Muestra los diferentes tipos de ranuras o slots incorporados en una placa base.	40
Tabla 5. Comparativo entre SIP y H.323	45
Tabla 6. Comparativo entre SIP y H.323 según las funcionalidades de control de llamada.	45
Tabla 7. Dispositivos de hardware para el diseño propuesto por autores.	60
Tabla 8. Cuadro comparativo en costos de equipos para telefonía IP por autor.	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Grafica de compresión para G.711.	26
Figura 2. Proceso de conversión análogo-digital.	27
Figura 3. Muestra la conexión de una tarjeta PCI a la placa base y el chasis (imagen proporcionada por www.pctechguide.com).	41
Figura 4. Tarjeta Zaptel de 4 puertos imagen de www.openippbx.org .	42
Figura 5. Tarjeta AX1600P imagen de www.atcom.cn .	42
Figura 6. Tarjeta PCI FXO/FXS hasta 16 puertos.	44
Figura 7. Multipuerto RJ-11(4X1).	44
Figura 8. Reporte en tiempo real del uso en cada uno de los canales separados por los protocolos de telefonía IP.	52
Figura 9. Reporte en tiempo real del uso de los recursos del PC.	52
Figura 10. Menú de opciones del entorno instalación de Elastix www.elastix.org .	53
Figura 11. Planta Panasonic KX -TEB308AG	55
Figura 12. Linksys SPA8000 Analog Adapter / VoIP Gateway imagen de www.voiplink.com	58
Figura 13. Softphone X-Lite.	63
Figura 14. Cliente de mensajería instantánea Spark.	64
Figura 15. Configuración por WEB del Gateway DVG-6004s	66
Figura 16. QoS en Gateway DVG-6004s.	68
Figura 17. Esquema de red de telefonía.	69
Figura 18. Opciones del comando setup.	70
Figura 19. Configuración de la tarjeta de red.	70
Figura 20. Configuración de llamadas salientes.	73
Figura 21. Configuración de la troncal.	74
Figura 22. Datos básicos de la extensión.	76

Figura 23. Creación de una extensión.	77
Figura 24. Interfaz WEB teléfono IP.	78
Figura 25. Configuración SIP del teléfono IP.	79
Figura 26. Fotografía de Teléfono IP.	80
Figura 27. Entorno WEB Openfire.	85
Figura 28. Visor de fax de Elastix.	87
Figura 29. Flash Operator Panel	88

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN EN TELEFONÍA PBX - IP BAJO CÓDIGO ABIERTO Y APLICANDO SERVICIOS DE VALOR AGREGADO*

AUTOR: Elías Cure Requena – Luis Carlos Rodríguez Muñoz**.

PALABRAS CLAVE: Asterisk, Código Abierto, Elastix, PBX-IP, Telefonía IP.

CONTENIDO: La presente monografía da a conocer las principales características y el valor agregado que puede ofrecer la telefonía IP en un entorno empresarial u organizacional, para ello se propuso crear un diseño de solución de telefonía PBX – IP, mediante la implementación de código abierto, aplicable a entornos empresariales, en búsqueda del mejoramiento de las comunicaciones, este diseño es basado en el sistema abierto para telefonía IP más usado alrededor del mundo llamado Asterisk, el cual es de fácil y gratuito acceso para cualquier persona interesada en realizar su propio esquema de telefonía IP con bajos costos de implementación.

Así mismo se usa la plataforma Elastix con licencia GPU (General Public License) lo que hace que su uso sea gratuito y se pueda modificar dicha plataforma a gusto del usuario, con Elastix se puede acceder a un entorno WEB más amigable para la configuración de todo el esquema del PBX-IP, y se obtienen nuevos mecanismos de control de llamadas, fax virtual y mensajería instantánea entre otras características que representan un valor agregado a la comunicación interna de la organización y que Asterisk por si solo no puede brindar.

Por otra parte se hace una pequeña introducción a la telefonía analógica o convencional con el fin de poder determinar las principales diferencias y ventajas que tiene la telefonía IP sobre la telefonía analógica.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Andrés Jácome lobo.

ABSTRACT

TITLE: PBX-IP TELEPHONY SOLUTION DESIGN TO OPEN CODE AND APPLYING VALUE AGGREGATE SERVICES*.

AUTHORS: Elias Cure Requena – Luis Carlos Rodríguez Muñoz**.

KEY WORDS: Asterisk, Open Code, Elastix, PBX-IP, IP Telephony

CONTENT: The present monograph shows the main issues and the aggregate value that could offers IP telephony solutions in a company environment. The propose to create a design that involves a PBX-IP telephony solution through an open code implementation, in order to improve communications, this design is based on Asterisk IP telephony open system which is the most used worldwide, due is free and easy access for any who wants to create their own low cost IP telephony system.

In the same way, use Elastix platform with GPU (General Public License), which is free and can be modified for any user. Elastix can access a friendly web environment to PBX-IP scheme configuration. The users can get new ways to control calls, virtual fax and instant messenger; offering an aggregate value for organizational intern communications, that Asterisk cannot offer by itself.

In the other hand, we make a little introduction to conventional analogical telephony to determinate the main differences and advantages of IP telephony solutions over the analogical one.

* Monograph

** Faculty of Physical Mechanical Engineering. Electric, Electronic and Telecommunications School.
Director: Andrés Jácome lobo.

GLOSARIO

ASTERISK: Es un sistema que al ser montado sobre un servidor permite la implementación de un PBX con soporte de voz IP. Este sistema fue desarrollado en 1999 bajo licencia GPL (General Public License) y hasta el día de hoy sigue siendo de libre uso.

ATA: Analog Telephone Adapter, es un dispositivo que permite la integración de teléfonos análogos a un esquema de telefonía IP, este dispositivo consta de un Decodificador y un Codificador que transforman las señales para darle utilidad al teléfono analógico en un PBX IP.

CODEC: Quiere decir Codificador-Decodificador, generalmente es un aplicativo de software que permite modificar los flujos de datos o las señales para transformarlos a un formato más adecuado con respecto a las necesidades por lo general se usan para la Codificación y Decodificación de audio y video.

ELASTIX: Elastix es un software de código abierto para el establecimiento comunicaciones unificadas. Es de libre uso bajo licencia GPLv2, y es basado en Asterisk. Las versiones disponibles de Elastix son versiones completas sin limitación de uso o características.

FAX VIRTUAL: Consiste en la posibilidad de recibir y enviar fax por medio de medios digitales es decir sin la necesidad del uso de papel, ni de las máquinas de fax convencionales se hace por medio de un sistema que permita la recepción y posterior digitalización de los fax entrantes así como el envío de fax a través de la red de datos a partir de una imagen digital. Esto solo es posible en la telefonía IP y no en la analógica.

FXO: Del término en Inglés Foreign Exchange Office, es un dispositivo usado en los Gateways o tarjetas PCI para hacer conmutación de llamadas externas por líneas análogas a VoIP. Es decir que este dispositivo permite la comunicación de una central PBX IP con la PSTN.

FXS: Del termino Foreign Exchange Station, es donde se conecta un dispositivo analógico este puerto da soporte a estos dispositivos y permite la comunicación.

GATEWAY: Es un dispositivo de hardware o un software instalado en una máquina, llamado así porque permite una salida de una red a otra aun si se tienen tecnologías diferentes entre los dos sistemas él Gateway hará la transformación de los datos para que el paso de información sea correcto.

H.323: Es un protocolo que permite la conmutación de paquetes audiovisuales a través de la red. Cubre casi todos los servicios como capacidad de intercambio, control de conferencia, señalización básica, calidad de servicio, registro, servicio de descubrimiento.

IAX: Es un protocolo que consiste en la manipulación de conexiones VoIP entre servidores Asterisk o internamente con clientes que también usen el protocolo. Actualmente la versión usada es la IAX2.

IP: Del término en Inglés Internet Protocol es el protocolo usado en Internet para transmitir paquetes de datos que contienen información y conmutarlos a través de la red. Este protocolo se encarga de determinar la ruta que tomaran los paquetes para que lleguen a su destino correcto.

LAN: Local Área Network, es una red a nivel local es decir al interior de la organización, los componentes de la misma están comunicados entre si y se pueden compartir recursos y servicios.

Mensajería Instantánea: La mensajería instantánea consiste en el envío y recepción de mensajes en tiempo real entre diferentes usuarios de una red a partir de un servicio que permita esta funcionalidad, la mensajería instantánea es muy versátil y puede usarse en dispositivos móviles.

PBX: Del término en inglés Private Brand eXchange, hace referencia al esquema interno de telefonía en una organización con la posibilidad de comunicarse con líneas exteriores, la infraestructura de esta central telefónica pertenece a la organización donde esta implementada y no al proveedor de servicios.

PSTN: Public Switched Telephone Network es la red de telefonía conmutada por circuitos a través del mundo que permite la comunicación por telefonía convencional, es decir todas las llamadas telefónicas análogas usan la PSTN para el transporte de la voz desde su origen hasta sus destino con la posibilidad de pasar por varios conmutadores automáticos a través del mundo.

QoS: Del término Quality of service, hace referencia a ciertos mecanismos de control que se aplican en la red para dar prioridad a ciertos servicios o paquetes con respecto a otro, es usada cuando se busca priorizar un servicio al interior de la organización, como por ejemplo priorizar los paquetes de voz con respecto a todos los demás.

ROUTER: El Router o enrutador es un dispositivo de red de capa 3 es decir que se encarga de la conmutación de los datos para que estos lleguen a su destino así no haya comunicación directa, físicamente es un dispositivo que se encuentra en el borde de la comunicación de la red LAN con la red WAN.

SERVIDOR: Físicamente es una máquina de cómputo dedicada a correr uno o más servicios para que las demás máquinas de la misma red puedan acceder a ellos.

SIP: Session Initiation Protocol, consiste en el establecimiento de sesiones activas que tendrán los usuarios de determinado sistema para hacer más accesible y rápido el procesado de peticiones, estas sesiones deben ser establecidas previamente para determinar si el servidor acepta o no el inicio de la sesión activa. Este protocolo es generalmente usado en telefonía.

TELEFONIA ANALOGICA: Es el sistema de telefonía convencional que funciona con un par de cobre que puede conmutar voz a través de este, para la comunicación entre dos puntos diferentes. Actualmente sigue siendo usado pero con muchas mejoras con respecto a sus inicios en los que la comunicación era por medio de una operadora que conmutaba manualmente las llamadas, hoy en día esta conmutación es automática.

VoIP: Es parte de las tecnologías de Internet es un protocolo que consiste en la conmutación de paquetes por voz usando el protocolo IP y el cableado de datos.

WAN: Wide Área Network, es una red de área amplia es decir un esquema que abarca muchas redes en sí, un ejemplo de ello es la Internet como tal.

INTRODUCCION

La telefonía IP puede ser utilizado tanto para el hogar como para las empresas con servicios de valor agregado; esto se integra con la red de datos permitiendo la interacción de las llamadas con correo electrónico, la recepción de fax digitales, identificadores de llamadas, control, seguridad, entre otras. La telefonía IP transmite la voz por medio de la red utilizando estándares del protocolo IP, esto quiere decir que no utiliza el simple tipo de cable telefónico sino cableado estructurado que puede ser categoría 5e o superior.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una solución de telefonía PBX – IP, mediante la implementación de código abierto, aplicable a entornos empresariales, en búsqueda del mejoramiento de las comunicaciones.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar los equipos y la plataforma de código abierto necesarias para la implementación de telefonía PBX - IP con servicios de valor agregado.

Determinar las diferencias de la telefonía convencional con respecto a la telefonía IP, mediante los servicios de valor agregado que pueden desempeñar cada una de ellas.

Elaborar una guía de solución eficiente para PBX basado en telefonía IP, con prestación de servicios de valor agregado, en entornos empresariales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la telefonía analógica es la más usada en las empresas de la ciudad de Bucaramanga, esta presenta ciertas limitaciones con respecto a la telefonía IP, donde se tiene acceso a servicios de valor agregado que se logran gracias a la integración de la telefonía con la red de datos, los cuales no son posibles en las instalaciones de PBX (Central Telefónica para Negocios Privados) con telefonía completamente analógica; aunque los proveedores de servicios ofrecen soluciones en este campo que se limitan generalmente al uso de equipos para llamadas a través de Internet a bajo costo, pero no hacen énfasis en las utilidades y ventajas que la telefonía IP puede tener en la red interna.

Para la telefonía analógica se debe tener un cableado específico y exclusivo para su uso, incrementando los costos de instalación; también presenta poca movilidad ya que las extensiones están dadas por la ubicación del punto.

El uso futuro de las comunicaciones por voz analógica significará que se requieran más equipos, cableados complejos, posibilidades de rendimiento limitadas solo a la voz, por lo tanto se tendrá un bajo desempeño en la comunicación tanto interna como externa de las organizaciones adicionando costos en cuanto a mantenimiento.

Una de las mejores alternativas que existe para suplir todas las necesidades emergentes de los PBX basados en telefonía convencional, es la aplicabilidad del protocolo IP a los servicios de voz, y por lo tanto la implementación de PBX basados en IP, donde la flexibilidad y la escalabilidad hacen posible la ampliación de la solución, agregando nuevas extensiones sin ningún inconveniente, teniendo un control total del comportamiento de las llamadas una vez entran al PBX IP,

provenientes de líneas analógicas, así mismo como la aplicación de políticas a las llamadas salientes y la recepción virtual de faxes reduciendo costos en papelería y el efecto ambiental. Con la telefonía IP se logra disminución del ruido electromagnético dependiendo también del tipo de cableado utilizado.

¿Cómo garantizar servicios de valor agregado en las redes de telefonía?

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto da una idea clara de las ventajas que presenta la Implementación de la telefonía IP con respecto a la telefonía analógica, por ser una solución de código abierto su implementación puede hacerse a un costo muy bajo con respecto a las soluciones comerciales de este tipo, logrando resultados que beneficien a la institución u organización en la que se aplica. Adicionalmente este proyecto contribuye a la investigación de nuevas tecnologías y soluciones en telefonía IP, siendo una fuente importante de información para los nuevos investigadores que estén interesados en este tema.

Este trabajo de grado permite al estudiante aplicar los conocimientos recibidos en la especialización de telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

ESTADO DEL ARTE

En la universidad industrial de Santander (UIS), se encontraron varias monografías que describen la implementación sobre la telefonía IP en diferentes ambientes tanto en soluciones comerciales como en código abierto, pero ninguna de las que se investigaron hacen referencia puntual a la implementación de PBX – IP.

Un ejemplo de aplicación de PBX – IP se ve en la UIS donde existe una solución comercial Avaya, lo que implica un costo de implementación elevado, con respecto a las implementaciones de código abierto, aunque su desempeño es excelente y ha facilitado y mejorado mucho las comunicaciones en la UIS.

A nivel de Bucaramanga y Colombia existen empresas proveedores de servicio que han implementado soluciones de telefonía IP para ofrecer a sus clientes los beneficios de las llamadas utilizando el protocolo IP; uno de los más mencionados y pioneros es el llamado Net2Phone el cual realmente es un servicio internacional para llamadas a través de internet que permite comunicación a bajo costo de un teléfono IP a otro en cualquier lugar del mundo haciendo la llamada por Internet.

Con respecto a la implementación de PBX basados en IP con código abierto, la solución más usada es Asterisk que es basado en Linux.

1. CAPITULO 1

1.1 FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA IP Y CÓDIGO ABIERTO.

¿Qué es telefonía IP? Básicamente, la telefonía IP es poder hacer llamadas y recibirlas solo utilizando como medio físico el cableado de red de cualquier hogar o empresa. Pero la telefonía IP va más allá; con los servicios de valor agregado que esta tiene, como videoconferencias, mensajes de voz y de texto, transferencia de llamadas, revisar el correo electrónico, entre otras.

En sus inicios la telefonía IP solo era eficiente en cableado estructurado con equipos que requieren características de alto desempeño y de muy altos costos; esto era una limitante de implementación de esta solución en una pequeña empresa en donde el capital no alcanza a cubrir con esa necesidad. Debido a esta problemática se buscaron otras maneras de prestar ese servicio de manera eficiente y es donde entra Asterisk que es un software que da el servicio de telefonía IP en cualquier computador que sea servidor, utilizando hardware que para una pequeña o mediana empresa no representa costos elevados.

Asterisk permite un nivel de configuración avanzado y no requiere ser licenciada, lo que reduce aún más los costos de operación. Otra ventaja adicional es el desarrollo de mejoras en lo que respecta a la programación, garantizando que el software funcione con mayor eficiencia; brindando así un continuo mejoramiento del mismo. Asterisk permite la implementación de un PBX-IP al interior de la organización, es decir que la telefonía se integra el cableado de datos.

El término Private Branch Exchange (PBX) hace referencia a una central telefónica privada es decir al interior de la organización teniendo en cuenta que el termino nace desde los usos de telefonía solo analógica, al agregar el uso de IP

tanto en la terminología como en la aplicación hacemos referencia a un PBX basado en telefonía IP (es decir usando el protocolo de Internet sobre la red LAN) y que da servicios de valor agregado a la red interna de la organización, por usar el término PBX, la operación está limitada a la LAN, entendiéndose que se pueden conectar redes remotas a través del establecimiento de una VPN, que se considera parte de la LAN, aunque usa el internet (WAN) para el establecimiento de la red privada virtual. En el diseño propuesto, se hace una transición de tecnología analógica a IP cuando se reciben llamadas, y viceversa cuando se realizan las llamadas, pero se está usando el canal de telefonía analógico, hasta el punto en que la llamada entra o sale de nuestro PBX. En conclusión el PBX – IP para el diseño propuesto tiene su funcionalidad solo en la LAN, teniendo en cuenta que por medio de un dispositivo FXo se hace la transición para que las llamadas salgan a la red de telefonía analógica, así mismo las llamadas vienen de la red de telefonía analógica y son convertidas a IP en el punto en que llegan al dispositivo FXo.

1.1.1 Calidad de voz. Para transmitir por IP la voz hay que digitalizarla y comprimirla, cuyos códigos estándares más comunes se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla de Códecs estándar para transmisión de voz

Tabla 1. Tabla elaborada por Asterisk, Guía de Instalación y Configuración 2010.

<i>Código estándar</i>	<i>Algoritmos</i>	<i>Tasa de Datos</i>
G.711	PCM (Pulse Code Modulation)	64 kbps
G.726	ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation)	16, 24, 32, 40 kbps
G.728	LD-CELP (Low Delay Code Excited Linear Prediction)	16 kbps
G.729	CS-ACELP (Conjugate estructura algebraic CELP)	8 kbps
G.723.1	MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood)	6,3 kbps

	Quantization)	5,3 kbps
--	---------------	----------

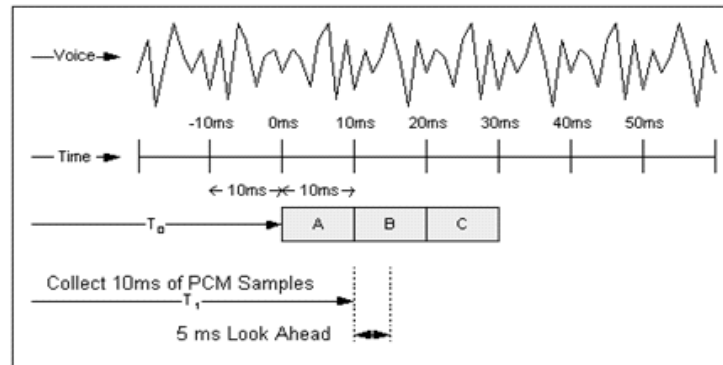
Existe una relación entre la calidad de voz y la velocidad de los datos, esto quiere decir que si la calidad de voz es alta, requiere entonces un ancho de banda alto. El códec aplicado en las tramas VoIP en una red tanto LAN como WAN puede existir la posibilidad de que se pierdan los paquetes producto de una interrupción en la red o también a colisiones en los datos.

El tráfico en tiempo real, en el caso de la voz dependiendo de la capacidad del sistema para procesar las cantidades de señales, pueden producirse pérdidas en la transmisión, se hace necesario la retransmisión de las tramas pérdidas. Esto puede llegar a conducir a la retransmisión de tramas causando retardos adicionales al momento de la transmisión.

Por lo tanto es necesario tener conocimiento del dispositivo y la forma en la cual maneja este tipo de pérdidas que tienen como nombre *Frame Erasures*.

Los algoritmos de compresión que se usan en los CODECS, analizan un bloque de muestras PCM (Pulse Code Modulation) entregadas por el codificador de voz, la cadena de voz capturada que es análoga es digitalizada con muestras PCM y luego entregadas al algoritmo de compresión; cuyos bloques tienen una longitud que varían dependiendo del codificador. En este caso el CODEC a utilizar es el G.711 su compresión es en intervalos de 20 ms.

Figura 1. Grafica de compresión para G.711.

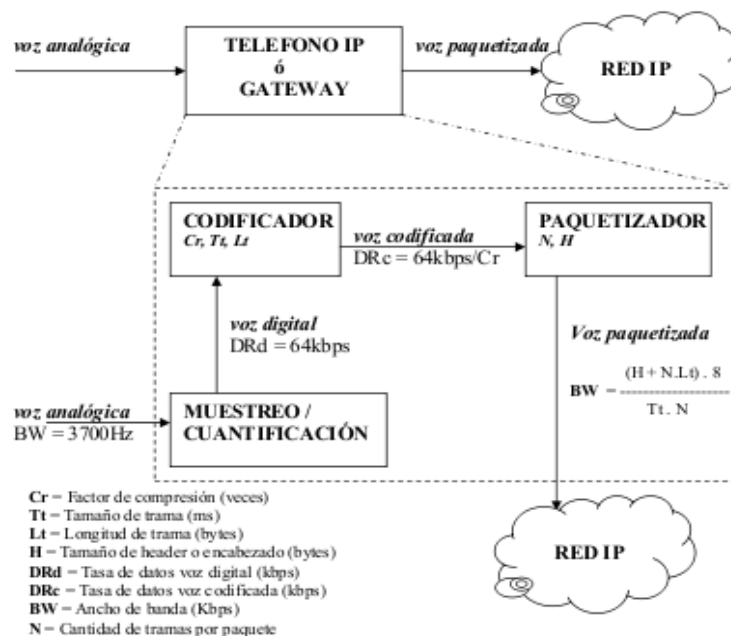


El retardo en la paquetización es el tiempo que requiere para llenar un paquete de información que contiene la conversación ya codificada y comprimida. En RTP que es el protocolo en tiempo real, las muestras de voz se van acumulando antes de insertarlo en una trama para ser transmitido y así reducir la cantidad de cabeceras que son también llamadas Overhead.

Con el códec G.711 se recopila 160 muestras que luego serán acumuladas y posteriormente transmitidas en una sola trama, teniendo en cuenta que cada muestra de voz análoga experimenta retardos por muestreo, retardo algorítmico y retardo por paquetización.

1.1.2 Modelo de codificación y paquetización. En el siguiente diagrama de bloques del teléfono IP o Gateway que consta de tres bloques que son: Bloque de conversión analógico-digital que está incluido el muestreo y la cuantificación, el bloque de codificación y el bloque de paquetización. En la figura número 2 muestra todo el proceso.

Figura 2. Proceso de conversión análogo-digital.



El primer bloque hace una conversión analógico-digital, en la cual se hace un muestreo a una tasa de 8.000 muestras por segundo con 8 bits por cada muestra, dando como resultado una tasa de datos de entrada al codificador de 64 Kbps. Dependiendo del codificador que se utilice, los parámetros Cr , Tt y Lt cambiarán. Para hallar el factor de compresión se requiere la tasa de entrada dividida por la tasa de salida. En el caso del códec G.711 la tasa de entrada se considera de 64 Kbps y si la tasa de datos de la voz codificada (DRc) es de 8kbps entonces el Cr será de 8.

Cuando se codifica la señal de entrada, esta se almacena durante un tiempo hasta que recolecte la información necesaria, luego de esto se comprime siendo esta operación una serie de datos comprimidos a la salida del codificador. A este tiempo de duración de la serie de datos se le llama tamaño de trama T_t y es en milisegundos; la salida el codificador tendrá una longitud en bytes dependiendo del tamaño de la trama o L_t .

En el Diseño a considerar se utiliza un tiempo de trama de 20ms que es el perteneciente al códec G.711 y cuyo factor de compresión es de 8, eso quiere decir que el tamaño de la información a la entrada del códec es de 160 bytes y como el factor de compresión es de 8 veces, a la salida del codificador se tiene de 20 bytes por cada trama o longitud de trama L_t .

1.2 FUNCIONAMIENTO DE ASTERISK

El código para Asterisk, que se ha diseñado como un software de código abierto, soporta una gama de protocolos para telefonía, tiene una alta compatibilidad en el manejo y transmisión de voz sobre interfaces de telefonía tradicional sobre todo en las líneas analógicas, líneas RDSI-BRI y digital troncales T1/E1.

Asterisk tiene incluido protocolos de VoIP como SIP, IAX y H.323 que son los más comunes aunque también maneja otros protocolos. Tiene compatibilidad tanto en Europa como EE.UU, en los estándares y los sistemas de teléfonos que se implementan.

Asterisk se utiliza como una caja de herramientas para las personas que quieran crear aplicaciones de comunicaciones, esto quiere decir que puede escoger de manera interactiva que tipo de codificación se piensa utilizar, además también la activación de servicios de valor agregado; incluyendo todos los componentes para

crear un sistema PBX, un sistema IVR y prácticamente cualquier tipo de solución de telefonía¹.

Los módulos básicos que contiene Asterisk son:

- ❖ Controladores para los protocolos de VoIP.
- ❖ Controladores para tarjetas de interfaz PSTN y dispositivos.
- ❖ De enrutamiento y gestión de llamadas para las llamadas entrantes.
- ❖ Generación de llamadas salientes y de enrutamiento.
- ❖ Funciones de gestión de los medios de comunicación (grabar, reproducir, generar el tono, etc.)
- ❖ Grabación de llamadas, detalles de la contabilidad y facturación.
- ❖ La transcodificación (conversión de un formato a otro en los medios de comunicación).
- ❖ Conversión de Protocolos.
- ❖ Integración a Base de datos para acceder a la información en bases de datos y relacionales.
- ❖ Integración con Servicios Web para el acceso a datos mediante protocolos estándar de Internet.
- ❖ Integración LDAP para acceder a los sistemas corporativos de directorio.
- ❖ Grabación de llamadas y funciones de supervisión.
- ❖ Integrado “Dial plan” o plan de marcado el cual es un lenguaje para procesamiento de llamadas.
- ❖ Gestión externa de llamadas de cualquier programación o lenguaje de scripting a través de Asterisk Gateway Interface (AGI).
- ❖ Notificación de eventos e integración de CTI a través de la interfaz de Asterisk Manager (IAM).
- ❖ Módulo de síntesis de voz (también conocido como “texto a voz”) en varios idiomas y dialectos utilizando motores de terceros.

¹ Tomado de la página web <http://www.asterisk.org>

- ❖ De reconocimiento de voz en varios idiomas utilizando motores de reconocimiento de tercera parte.

Esta combinación de componentes permite a un desarrollador o integrador crear rápidamente aplicaciones de voz. La naturaleza abierta de Asterisk significa que no hay ningún límite en lo que se puede hacer, programadores de Asterisk han constituido gran variedad de aplicaciones, desde muy pequeños sistemas hasta PBX-IP de gran soporte para servidores² .

1.3 IMPLEMENTACION EN UN SISTEMA ASTERISK

En términos de recursos de un sistema, Asterisk es similar a una aplicación en tiempo real incrustado en un sistema, requiere que tenga prioridad de acceso al procesador y el sistema de intercambio de datos o buses. Por lo tanto es importante que todas las funciones que tiene el sistema que no están directamente relacionadas con las tareas de procesamiento de llamadas de Asterisk se ejecuten en prioridad baja.

En sistemas más pequeños y los sistemas de prueba, esto no sería una cuestión de preocupación; sin embargo en sistemas de alta capacidad como son las empresas de extensa infraestructura, se podría experimentar deficiencias de rendimiento que se manifestarán como problemas de audio de calidad para los usuarios y a menudo ecos, estática, entre otros. Síntomas que son frecuentes y que se asemejan mucho a las de un teléfono celular cuando esta fuera de rango de cobertura.

Aunque las causas subyacentes pueden ser diferentes, a medida que aumentan las cargas el sistema será cada vez más difícil mantener las conexiones, por ejemplo si se agregan 1500 extensiones en las cuales los usuarios están hablando

² Tomado de la pagina web <http://www.asterisk.org>

al mismo tiempo entre unos y otros, pues al sistema mantener esas llamadas puede dificultarse y se experimentarían caídas en las mismas y retardos.

Los requisitos de rendimiento son de consideración debido a que el sistema tiene límites y durante el proceso de selección del sistema puede o no ser implementado como solución para alguna corporación, por eso es importante tener en cuenta la disponibilidad de ancho de banda.

El ancho de banda por usuario en telefonía IP depende del CODEC utilizado para la compresión del audio. Por ser la solución planteada una solución libre se usa el CODEC G711 μ -law³ la cual es la versión usada en Estados Unidos y en Japón a diferencia de a-law⁴ que es la versión Europea, así mismo este códec presenta una calidad de audio muy buena para voz IP aunque su consumo en ancho de banda es mayor al de otros, para las velocidades de 100 Mb/s usadas en la LAN no resulta un problema y tiene la ventaja de que es el que mejor administra el consumo de recursos de la CPU.

A continuación se presenta un cuadro comparativo del uso de ancho de banda, entre los principales CODECS y su requerimiento de ancho de banda para 25, 50 y 100 usuarios.

Tabla 2. Comparación entre códec y su rendimiento en ancho de banda por cantidad de usuarios.

<i>CODEC</i>	<i>Ancho de banda del CODEC</i>	<i>Ancho de banda en Ethernet.</i>	<i>25 Usuarios.</i>	<i>50 Usuarios.</i>	<i>100 Usuarios.</i>
G.723	6.1Kb/s	21.73 Kb/s	543.25 Kb/s	1086.5 Kb/s	2173 Kb/s
G.729	8 Kb/s	23.63 Kb/s	590.75 Kb/s	1181.5 Kb/s	2363 Kb/S
G.711	64 Kb/s	79.63 Kb/s	1990.75 Kb/s	3981.5 Kb/s	7963 Kb/s

³ μ -law Codificación en la cual toma 14 bits muestra lineal de audio como entrada, aumenta la magnitud por 32 (100000 binario) y convierte en un valor de 8 bits

⁴ A-law Codificación que toma una muestra firmada 13 bits como entrada audio lineal y lo convierte en un valor de 8 bits

GSM	13 Kb/s	28.63 Kb/s	715.75 Kb/s	1431,5 Kb/s	2863 Kb/s
-----	---------	------------	-------------	-------------	-----------

Se observa que para una solución, utilizando un códec G.711 con 25 usuarios haciendo uso simultaneo del teléfono, se tendrá un consumo de 1990.75 Kb/s en ancho de banda, lo cual es fácilmente soportable en una red LAN a 100 Mb/s.

Para la salida a la WAN, donde el ancho de banda es más escaso y costoso, y no se puede dar el lujo de dedicar un porcentaje muy grande a su uso para el servicio de voz, se elige la compresión G.723 con un ancho de banda de 543.25 Kb/s. teniendo en cuenta que hoy en día hay organizaciones que manejan velocidades de internet desde los 2 Mb/s como mínimo. Los Routers pueden utilizar la compresión de cabeceras IP (cRTP) compressed RTP (Real Time Protocol) para reducir las cabeceras de 40 a 24 bytes.

Las empresas e inclusive personas que han compilado correctamente y ejecutado Asterisk en dispositivos WRAP, routers Linksys WRT54G, sistemas Soekris, Pentium 100, PDAS, computadores Mac de Apple, Sun SPARC, implementado en computadores portátiles, han tenido un excelente desempeño y rendimiento.

En la siguiente tabla se enumeran algunas pautas básicas con respecto a procesador (CPU) y memoria RAM que se deben tener en cuenta al planificar el sistema, basándose en el tipo de diseño o aplicación que se desea implementar⁵.

Tabla 3. Muestra el propósito de cada uno de los sistemas, el número de canales y el sistema tanto de procesador como de memoria RAM requerida.

<i>Propósito del sistema</i>	<i>Número de canales</i>	<i>Mínimo recomendado</i>
Sistema de hobby o prueba.	No más de 5.	400 Mhz x86 ⁶ , 256 MB RAM
Sistema SOHO (small)	5 a 10.	1Ghz x86, 512 MB RAM

⁵ Basado en el libro ASTERISK THE FUTURE OF TELEPHONY con su respectiva tabla.

⁶ Refiere a arquitectura desarrollada por Microsoft Basada en procesadores Intel líneas 8088/386/486/586.

office/ home office)		
Pequeña y mediana empresa	Hasta 25.	3Ghz x86, 1 GB RAM
Sistema grande empresa.	Más de 25	Dual CPU, posibilidad de múltiples servidores.

En instalaciones grandes, es común que la implementación se realice a través de varios servidores para una mejor funcionamiento. Una o más unidades centrales estarán dedicadas al procesamiento de llamadas, que serán complementados por uno o más servidores auxiliares manejando los periféricos como por ejemplo una base de datos, sistema de correo de voz, sistema de conferencia, un sistema de gestión, entre otras.

Al igual que Linux, Asterisk es propicio para las necesidades de un pequeño sistema que requiera entre sus tareas un procesamiento de llamadas y periféricos que pueden ser distribuidos entre varios servidores cuando la capacidad de la demanda es aumentada. La flexibilidad es la razón clave del desempeño de Asterisk, es propicio cuando las empresas están en rápido crecimiento y en donde el presupuesto es muy limitado.

1.3.1 Selección del hardware para servidores. Para seleccionar un servidor, una manera fácil es utilizando una plataforma basada en arquitectura x86, o procesador de 32 bits, con este procesador sería suficiente para ejecutar este tipo de soluciones. Así mismo se debe tener en cuenta la cantidad de memoria RAM a utilizar.

Se debe considerar el diseño del sistema en general, esto quiere decir que si se implementa para una cantidad mayor de usuarios, se necesita mayor capacidad en memoria RAM, procesador, y una placa base que tenga óptimas características en cuanto a su rendimiento.

1.3.2 Problemas en el rendimiento. Al seleccionarse el hardware que se va a implementar como solución a las necesidades de una empresa hay que tener en cuenta ¿Qué tan poderoso debe ser el sistema o la solución de telefonía? La manera de responder esto es que el sistema que se va a utilizar jugara un papel muy importante en los recursos a utilizar y varios factores que se deben considerar como:

El número máximo de conexiones simultáneas del sistema, se espera que el establecimiento de cada conexión incrementara la carga de trabajo del sistema. El porcentaje de tráfico que requiere un uso intensivo del procesador DSP de códecs y comprimidos como por ejemplo el G.729 y GSM.

El procesamiento de señales digitales en sus siglas DSP, que realiza el software Asterisk tiene un impacto directo con la cantidad de llamadas simultaneas; por ejemplo si se maneja 50 llamadas concurrentes con un códec G.711, podría fácilmente estar congestionada debido a la tarea de comprimir todas las llamadas, produciendo así un retardo.

Si en el rendimiento del sistema se considera una conferencia en curso, una de las preguntas más importantes en cuanto diseño es ¿Se puede tener una conferencia con múltiples usuarios al mismo tiempo?

La solución para tener una conferencia con múltiples usuarios, es discurrir que en el sistema utilice los códecs y codificaciones para cada flujo de audio en cada usuario, evitando de esta manera retardos que puedan comprometer la calidad del servicio en tiempo real.

Debido a esto puede ocasionar que la carga en el servidor sea considerable; por lo tanto el códec que sea implementado tiene una relación directa con la eficiencia del servicio de telefonía, debido a que si este códec tiene una compresión baja, la calidad en la voz es mayor, necesitando así recursos de máquina.

Un método para mejorar la calidad de audio es la cancelación del eco, que es utilizado en cualquier llamada que sea conmutada con cualquier red PSTN. El método consiste en una función matemática que se implementa varias veces para reducir al mínimo el eco obteniendo una mejor calidad; debido a esto requiere recursos de la máquina que pueden ocasionar retardos en el audio, tanto así que puede comprometer considerablemente la calidad del servicio.

El plan de marcado o DIALPLAN tiene una lógica de secuencias de comandos; esto quiere decir que cada vez que Asterisk tiene que pasar el control de llamada a un programa externo utilizando scripts se tiene que considerar en el diseño que el desempeño del sistema no sea afectado⁷.

El efecto que tiene cada componente del sistema, puede involucrar demasiadas variables, como la potencia de la CPU, placa base Chipset y la calidad en general de los componentes electrónicos, la carga de tráfico total en el sistema, las

⁷ Basado en el libro ASTERISK THE FUTURE OF TELEPHONY.

actualizaciones del sistema operativo Linux, tráfico de la red y el número de tipo de interfaces PSTN.

Todas estas variables que se mencionaron anteriormente, influyen en la calidad en el servicio y por lo tanto deben ser consideradas dentro de un diseño de telefonía IP.

Cualquier servicio que no sea Asterisk en el sistema y esté en funcionamiento al mismo tiempo, se deben tener en cuenta los siguientes factores clave:

❖ Códex y transcodificación:

Generalmente utiliza un DSP que codifica/decodifica y también comprime/descomprime la voz utilizando recursos de la CPU.

❖ Unidad central de proceso (y de punto flotante de la Unidad):

La unidad central de proceso utilizando varias aplicaciones en punto flotante genera que haya retardos por la cantidad de procesos corriendo en el sistema, esto puede afectar el desempeño de Asterisk si el procesador no tiene la capacidad para atender muchos procesos.

❖ Otros procesos se ejecutan simultáneamente en el sistema:

Como Linux es de arquitectura Unix, Linux está diseñado para hacer varios procesos diferentes, el problema que surge es cuando uno de los procesos que es Asterisk exige una capacidad muy alta de respuesta del sistema.

❖ Actualizaciones del Kernel⁸:

⁸ El Kernel está definido como el corazón de este sistema operativo Linux. Es el encargado de que el software y el hardware de tu ordenador puedan trabajar juntos y de manera eficiente.

Un Kernel optimizado para el rendimiento de una aplicación específica, dependiendo de la distribución que se maneje puede actualizar el Kernel y compilarlo en su plataforma para un mejor desempeño.

❖ IRQ latencia:

La petición de interrupción IRQ latencia, que es básicamente el retraso entre el momento de encendido y conexión de un periférico como puede ser la tarjeta de interfaz de teléfono, pide a la CPU detener lo que se esté haciendo para dar prioridad a ese proceso hasta el momento en que la misma le responde que está listo para realizar la tarea. Los periféricos de Asterisk en especial las tarjetas marca Zaptel son extremadamente intolerables a la interrupción.

❖ Distribución de Linux:

Las distribuciones Linux tienen mucha variedad, en este caso es más común utilizarlo en versiones de Elastix que tiene incorporado Asterisk y corriendo en una distribución Centos.

1.3.3 Seleccionar un procesador adecuado. Dado que las demandas de rendimiento de Asterisk involucra un gran número de cálculos matemáticos, es esencial seleccionar un procesador con un FPU⁹ de gran alcance puesto que el procesamiento de las señales que Asterisk realiza rápidamente puede requerir una cantidad asombrosa y complejos cálculos matemáticos en la CPU. La eficiencia con la que estas tareas se llevan a cabo es determinada por la capacidad interna del FPU en el procesador.

⁹ FPU Unidad matemática de Coma Flotante, Sirve como coprocesador a los procesadores.

Tanto INTEL como AMD tienen en sus procesadores una FPU de gran alcance, esto quiere decir que cualquiera de estos dos se puede esperar que tengan un buen desempeño de Asterisk y la telefonía.

1.3.4 Sistemas básicos. Para diseños de sistemas Básicos, se habla de hasta 10 a 12 teléfonos (extensiones) máximo, se deben tener en cuenta los requerimientos de desempeño para Asterisk, por lo general se utiliza un procesador para el modem que puede manejar una cantidad específica de teléfonos, dependiendo del fabricante.

Si se construye un sistema básico desde componentes obsoletos que tenga a disposición, trae como consecuencia una esperada pérdida de eficiencia en el sistema de telefonía, por lo cual es recomendado si es el caso, de utilizar este sistema con el menor número de usuarios que sea posible; evitando retardos en el sistema y baja calidad de servicio.

Para un sistema de solo pruebas y conocimiento de este software no se requiere de un hardware tan robusto pero si se recomienda que por lo menos funcione aceptablemente en Linux, esto quiere decir que este sistema operativo inicie adecuadamente sin ningún error inesperado.

Por ejemplo por pruebas realizadas con Asterisk en un procesador basado en X86 fabricado por Intel de referencia Celeron, desde velocidades de 433Mhz a 700Mhz, que solo podía soportar máximo dos llamadas concurrentes, superando esa cantidad se presentaban retardos y pérdidas en los paquetes¹⁰.

¹⁰ Pruebas realizadas y registradas en el libro ASTERISK THE FUTURE OF TELEPHONY.

1.3.5 Sistemas de gama media. Para sistemas de gama media se hablan de cerca de 12 a 50 teléfonos, aquí se debe tener muy en cuenta las consideraciones para un desempeño aceptable que es todo un reto para resolver. Generalmente estos sistemas son desplegados en uno o dos servidores únicamente.

Cada máquina tendría que ser requerida para un manejo mayor a una sola tarea específica, esto incrementa los límites de la plataforma convirtiéndose cada vez más en tareas que pueden colapsar el sistema por cantidades de procesos que si no se tiene en cuenta un buen procesador (como de las características del ejemplo anterior) no tendría un buen desempeño y posiblemente ocurran bloqueos en el sistema.

1.3.6 Grandes sistemas. Para este tipo de sistemas se habla de más de 50 canales simultáneos, que son distribuidos a través de múltiples sistemas y sitios, así el rendimiento es preocupante pero puede ser resuelto agregando máquinas adicionales para que Asterisk tenga la capacidad de descentralizar todos sus procesos.

Para la construcción de este tipo de sistemas se requiere de conocimientos en diferentes estrategias y disciplinas, en el momento de distribuir el sistema y las tareas que van a realizar en la cantidad de servidores que se necesiten.


1.3.7 Placa base o motherboard adecuado. No se especifica ni recomienda una placa base, lo que si se recomienda es que ella debería traer integrado, que sea lo más actualizada posible y que hoy en día se tiene gran variedad de fabricantes y de placas bases que pueden ofrecer muchos puestos integrados como son los PCI y los PCI-E, los cuales sus velocidades de transmisión de datos son excelentes. Varios sistemas de transmisión de datos o buses proporcionan el mínimo posible de retardo o latencia.

Si se va a implementar una conexión PSTN usando interfaces analógicas o PRI como por ejemplo las tarjetas Zaptel que generan 1000 requerimientos de interrupciones por segundo, si se utiliza un dispositivo con una transferencia en bus que tenga retardos mayores interferiría con el proceso de esta tarjeta dando como resultado una degradación de la calidad de llamada.

Si se utiliza una tarjeta Zaptel en su sistema, se tendría que estar seguro que la BIOS permita un máximo control sobre la asignación de las IRQ es una regla que permite una mejor eficiencia de la transmisión de datos entre la placa base y el dispositivo asociado a la PCI.

Si la BIOS tiene la función de APIC-habilitado en las placas base activan el control de la IRQ sobre el sistema operativo, esto quiere decir que mediante un software se puede controlar el dispositivo disminuyendo su retardo o su tiempo de respuesta cuando se encuentre ocupado permitiendo un mejor rendimiento que es lo que se busca en la telefonía VOIP.

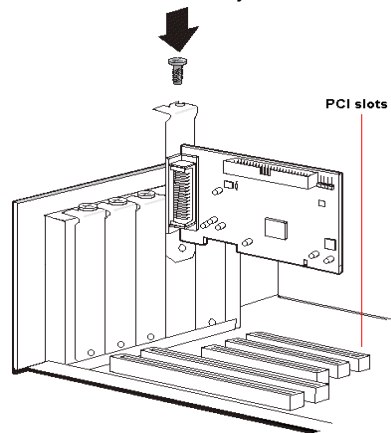
Tabla 4. Muestra los diferentes tipos de ranuras o slots incorporados en una placa base.

<i>Puertos del computador</i>	<i>Ancho de banda en el puerto</i>		<i>Comúnmente usado</i>
	PCI	133MB/s	Modem, Red, USB, Video, IEEE 1394, Telefonía, Entre otros.
	PCI Express 1x	400 MB/s	Modem, Red.
	PCI Express 4x	1600 MB/s	Modem, Red.
	PCI Express 8x	3200 MB/s	Modem, Red.

Para una placa base clase servidor generalmente los fabricantes implementan de manera diferente sus puertos PCI estándar de 32 bits, que las placas base de clase Workstation o terminal, también es de resaltar que dependiendo de las versiones de placas base utilizan cada una un tipo de voltaje diferente, dependiendo de la tarjeta que se vaya a implementar como solución en telefonía

IP. Estos voltajes están en el rango entre 3.3V o 5V en la ranura PCI, las versiones que son para servidores tienen la capacidad de adaptarse a los dos voltajes es decir pueden colocarse tarjetas PCI para servidores que pueden trabajar con voltajes de 3.3V ó 5V, sin generar problema alguno; en cambio las placas base de las estaciones de trabajos o Workstation, solo soporta voltajes de 5V, dependiendo de las características y del fabricante de las mismas, pueden haber placas base que tienen su excepción.

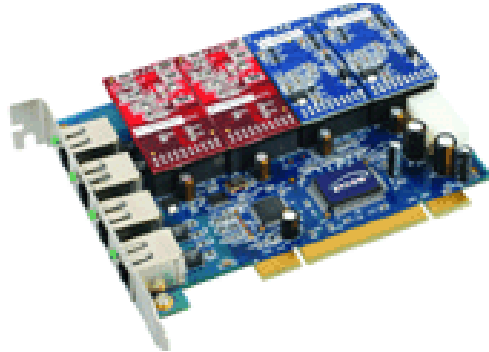
Figura 3. Muestra la conexión de una tarjeta PCI a la placa base y el chasis



Fuente: imagen proporcionada por www.pctechguide.com).

1.3.8 Clases de tarjetas zaptel para asterisk. Estas tarjetas convierten la señal digital en Analógica y viceversa, los diferentes tipos de tarjetas se ven a continuación:

Figura 4. Tarjeta Zapitel de 4 puertos imagen de www.openippbx.org.



Tarjeta puerto PCI o PCI-E de 4 puertos pueden ser FXO, o FXS. Presentan de cancelar el eco por software, estas tarjetas son auto configurables en Asterisk ya que solo requieren las drivers Zapitel.

Los requerimientos mínimos del hardware de computador es procesador 500-Mhz Pentium III y 64 MB RAM con un voltaje de trabajo en el slot o puerto PCI o PCI-E de 3.3V o 5V PCI versión 2.2.

Figura 5. Tarjeta AX1600P imagen de www.atcom.cn.



Esta tarjeta de telefonía trabaja bajo puerto PCI y puede soportar tanto módulos FXO como FXS, está diseñada para trabajar con código abierto en Asterisk PBX; los usuarios pueden utilizar su solución de telefonía SOHO que incluye todas las características de valor agregado de la telefonía PBX tradicional, y va más allá. Puede ofrecer adicionalmente voice-mail en la IP PBX, a esta tarjeta para puerto PCI se puede agregar hasta 16 módulos de este tipo.

Las tarjetas se instalan en el servidor de telefonía IP, es decir la máquina que contiene el Asterisk, por ser estas tarjetas compatibles con Asterisk son detectadas automáticamente lo que permite su configuración por el sistema, pueden ser tanto FXS como FXO, eso depende del tipo de módulo que se les agregue.

A la tarjeta se le pueden agregar hasta 16 de los módulos como se mencionó anteriormente, estos se agregan físicamente a la tarjeta PCI o PCI Express realmente se agregan 8 módulos compuestos cada uno de ellos por 2 FXO o FXS, de las siguientes referencias:

- ❖ Módulos de puertos dobles FXS AX-210S.
- ❖ Módulos de puertos dobles FXO AX-210X.

La tarjeta puede trabajar incluso con una configuración mixta de módulos FXO y FXS por lo que podría cumplir cualquiera de las dos funciones que fuera necesaria. La tarjeta con los 8 módulos insertados se muestra en la siguiente figura.

Figura 6. Tarjeta PCI FXO/FXS hasta 16 puertos.



Físicamente tiene solo 4 conectores para RJ-11, por lo que al agregar más de 4 módulos se hace necesario el uso de un Multipuerto de RJ-11 como el que se muestra en la figura a continuación.

Figura 7. Multipuerto RJ-11(4X1).



El multipuerto lo que hace es ampliar un puerto físico de la tarjeta a 4, es decir que la tarjeta PCI maneja cuatro puertos gracias a la ayuda de los módulos adicionales dando como resultado 16 puertos disponibles.

1.4 PROTOCOLOS VoIP

Los dos protocolos que normalmente se utilizan en telefonía VoIP son el H.323 y el protocolo de inicio de sesión SIP. La forma de trabajar el protocolo SIP es más liviana y eficiente, hace que la telefonía IP se incline más en la utilización de este protocolo; el utiliza Real Time Transport Protocol o protocolo de transporte en tiempo real en sus siglas RTP, lógicamente es de esperarse que la telefonía sea lo más rápida en la transmisión de la voz; es por esto el uso de este protocolo.

Además se usa el protocolo SIP ya que, contiene mejores mecanismos de detención de errores de configuración de red, por lo que no permite el registro de un usuario con el servidor si no se encuentra todo configurado correctamente, así mismo este permite iniciar la sesión del usuario en el servidor y esta se halla siempre activa haciendo más rápido el inicio de las llamadas. La mayoría de teléfonos IP en el mercado soportan el protocolo SIP, y aún los softphones gratuitos y los comerciales mejor desarrollados incluyen soporte para este protocolo de manera fácilmente configurable, lo que permite tener la oportunidad de usar este tipo de software cuando se usa SIP.

Por otra parte H.323 es un protocolo que también tiene sus ventajas sobre SIP, ya que su versatilidad permite transportar fácilmente cualquier tipo de dato (multimedia, voz, datos), pero su aplicación es un poco más compleja lo que no lo hace tan llamativo. A continuación se presenta un comparativo técnico entre SIP Y H.323¹¹.

Tabla 5. Comparativo entre SIP y H.323

<i>Tipo</i>	<i>H.323</i>	<i>SIP</i>
Arquitectura	H.323 cubre casi todos los servicios como capacidad de intercambio, control de conferencia, señalización básica, calidad de servicio, registro, servicio de descubrimiento y más.	SIP es modular y cubre la señalización básica, la localización de usuarios y el registro. Otras características se implementan en protocolos separados.
Componentes	Terminal/Gateway	UA
	Gatekeeper	Servidores
Protocolos	RAS/Q.931	SI
	H.245	SDP

Tabla 6. Comparativo entre SIP y H.323 según las funcionalidades de control de llamada.

<i>Tipo</i>	<i>H.323</i>	<i>SIP</i>
Transferencia de llamada (Call Transfer)	Si	Si
Expedición de llamada (Call Forwarding)	Si	Si
Tenencia de llamada (Call Holding)	Si	Si

¹¹ Comparativo de SIP y H.323 tomado de <http://www.voipforo.com>

Llamada estacionada/recogida (Call Parking/Pickup)	Si	Si
Llamada en espera (Call Waiting)	Si	Si
Indicación de mensaje en espera (Message Waiting Indication)	Si	No
Identificación de nombre (Name Identification)	Si	No
Terminación de llamada con subscriptor ocupado (Call Completion on Busy Subscriber)	Si	Si
Ofrecimiento de llamada (Call Offer)	Si	No
Intrusión de llamada (Call Intrusion)	Si	No

Recientemente, Aparece otro protocolo en sus siglas IAX (Inter Asterisk Interchange Protocol), este protocolo ha ganado la aceptación de quienes están utilizando código abierto para telefonía, pero por ahora este protocolo no se ha normalizado todavía por al IETF¹².

Los objetivos de diseño para el protocolo IAX son:

- ❖ Proporcionar soporte nativo para la transparencia NAT.
- ❖ Minimizar el uso de ancho de banda tanto para control como en las llamadas de voz individual.

IAX es un medio de comunicación peer-to-peer o de persona a persona en su traducción en español.

El protocolo IAX no utiliza el protocolo RTP para el transporte paquetes de datos de voz, en cambio para el transporte IAX utiliza para ese puente se hace por medio del protocolo UDP. Debido a esto este protocolo de VoIP no sufre problemas de NAT transversal que es lo que le ocurre al protocolo SIP.

1.5 DISPOSITIVOS VoIP

¹² Internet Engineering Task Force IETF, que en español Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet.

Hay gran variedad de dispositivos de VoIP que se han desarrollado a medida que la telefonía IP avanza en sus investigaciones, tales como teléfonos fijos, adaptadores analógicos telefónicos, Softphones, teléfonos diseñados para trabajar con VoIP y su versión inalámbrica para VoIP Wi-Fi.

La utilización de una PBX basada en IP, da la capacidad de dar tono para el marcado, capacidad de conferencia, transferencia de llamadas, marcado automático de extensiones, también características estándar de la telefonía tradicional como mostrar en una pantalla quien hizo la llamada, así como varias funciones adicionales de la telefonía IP, como correo de voz, correos electrónicos tanto de envió como reenvió.

Todo esto es posible debido a que la voz ahora viaja en paquetes al igual que los datos que viajan por internet, de esta manera pueden tenerse funciones adicionales en una terminal donde se tiene un teléfono IP.

Los IP PBX servidores se clasifican en dos tipos. IP PBX comerciales para grandes empresas, como Cisco Call Manager, Nortel Meridian 61C, Avaya y de software libre IP PBX como Asterisk PBX, SIP Express Router y SIPX.

Se utiliza Asterisk en la implementación de PBX-IP, que es el sistema más consolidado de los tres, además lleva más años en desarrollo fue creada desde 1999 a comparación de SIP express Router (SER) creada en el 2002 y SIPX que aparece en 2005, y hoy en día SIPX el más usado a nivel mundial con respecto a los otros dos.

SIPX y SER por su parte tienen la desventaja de que solo funcionan bajo el protocolo SIP, lo que los hace más limitados con respecto a Asterisk, que permite el uso de H.323 y IAX2.

SER no tiene ningún conocimiento de los paquetes RTP; además solo conoce y actúa sobre los paquetes SIP que negocian las direcciones IP, los puertos a utilizar y el códec a utilizar pero no sobre la voz.

SER es una buena solución para la función de proxy SIP sin estado, Asterisk por el contrario es un proxy con estado (stateful) y sabe perfectamente el estado de la llamada y posee funcionalidades que dependen del estado de la llamada como servicios de respuesta automática (IVR) que le permiten actuar sobre el flujo RTP.

Una analogía de SER podría ser que es como un Router IP; le llega la información por un sitio y sabe a dónde tiene que enviarla pero no le preocupa lo que hay dentro.

Otra de las razones que hace a Asterisk más llamativo es que para esta plataforma se han desarrollado aplicativos que permiten su administración de manera más dinámica y que agregan mejoras y nuevos servicios que el Asterisk por sí solo no tiene, así como la posibilidad del uso de fax virtual en la que se hace necesario la utilización del protocolo IAX2, el uso de paneles interactivos en flash que permiten ver el estado actual de la congestión en la red telefónica, entre otros. El código abierto que se utiliza para PBX-IP utilizando Asterisk, puede hacer de un servidor una PBX muy completa y lo más importante su desarrollo está basado en diferentes programadores que tratan de optimizar el sistema.

Se ejecuta bajo Linux en sus distribuciones Centos y Debían, Asterisk ofrece todas las características que se espera en la telefonía IP; utilizando los tres protocolos más comunes de telefonía IP que son SIP, IAX, H.323 y además implementando comunmente a SIP o H.323, por el protocolo RTP para la entrega de paquetes de audio.

Se puede inter-operar con casi cualquier equipo de telefonía IP estándar de precios relativamente económicos, que es un punto importante cuando es una implementación en una pequeña o mediana empresa.

Asterisk por si mismo puede hacer toda la gestión de voz IP sin necesidad de un hardware para ello, cabe aclarar que si es necesario el uso del hardware que hace la transferencia de voz analógica a digital y viceversa, este hardware son las tarjetas PCI o PCI Express con módulos FXO/FXS que están insertadas en el servidor, también es posible el uso de un Gateway FXO que haga dicha transición de tecnología. Tan pronto como la voz es pasada a un formato digital Asterisk se encarga por completo de la administración de esta sin ayuda de ningún otro hardware más que las terminales de usuario final.

Asterisk soporta una serie de dispositivos como tarjetas para ranuras PCI de fabricantes como Digium, Sangoma y Redfone así como Gateways FXO de fabricantes como Lynksys, D-Link y Grandstream. El fabricante Digium tiene varias series de tarjetas en las cuales hacen interconexión con las líneas de proveedores de servicios con el software y con cada teléfono terminal; incorporando en cada tarjeta una cantidad de puertos tantos FXO como FXS dependiendo de los requerimientos que se necesiten.

1.6 SOFTWARE ELASTIX

Elastix es un software aplicativo que integra las mejores herramientas disponibles para PBX basados en Asterisk en una interfaz simple y fácil de usar. Además añade su propio conjunto de utilidades y permite la creación de módulos de terceros para hacer de este el mejor paquete de software disponible para la telefonía de código abierto¹³.

¹³ Basado en la página web www.elastix.org

Además de Elastix existen otros aplicativos que funcionan sobre Asterisk facilitando su gestión y agregando funcionalidades extras, los más conocidos además de Elastix son Trixbox y PBX in a Flash. A continuación se describen estos dos últimos.

1.6.1 Trixbox. Al igual que Elastix, esta aplicación es basada en Centos, es una central telefónica que funciona bajo la plataforma Asterisk, permite la interconexión entre teléfonos internos de la compañía así como su conmutación con la red telefónica convencional.

Presenta funcionalidades en cuanto al manejo de las llamadas, conferencias, menús de voz interactivos y distribución automática de llamadas.

Los protocolos con los cuales trabaja pueden ser SIP, H.323, IAX, IAX2 y MGCP. Trixbox, al ser un software de código abierto, posee varios beneficios, como es la creación de nuevas funcionalidades. Algo muy importante es que no sólo soporta conexión a la telefonía tradicional, sino que también ofrece servicios VoIP, permitiendo así ahorros significativos en cuanto al costo de las llamadas internacionales, dado que éstas no son realizadas por la línea telefónica tradicional, sino que utilizan Internet.

1.6.2 PBX In a Flash. Es una versión más limitada de central telefónica que ofrece solo los parámetros básicos de interconexión de llamadas y control de las mismas, carece de paneles dinámicos donde se pueda observar el esquema actual de las llamadas al interior de la organización, pero de igual manera permite el acceso a una interfaz web que facilita la administración del Asterisk; su uso más común se limita a centrales de audio respuesta telefónica.

Elastix tiene ventaja sobre estos dos últimos mencionados ya que es la aplicación más completa con características avanzadas de reportes detallados de las

llamadas, mejor control de estas por medio de aplicación de restricciones y contraseñas, así mismo Elastix hoy en día tiene el equipo más grande de colaboradores y una comunidad a nivel mundial dispuesta a colaborar con cualquier inquietud en los foros siempre activos, también cabe anotar que esta aplicación ha alcanzado recientemente un millón de descargas en su sitio WEB, lo que la deja posicionada como la más usada a nivel mundial.

Este software contribuye a la configuración de Asterisk sin necesidad de ir al código fuente y modificarlo, ahorrando tiempo en configuraciones y en puesta en marcha para pruebas, adicionalmente tiene una interface interactiva en la cual se puede agregar las extensiones de modo gráfico y también otras configuraciones como el menú de voz y los de valor agregado en el mismo, puede después de cada configuración subir los servicios con los nuevos parámetros sin necesidad de salir de la interface¹⁴.

El software muestra el estado del hardware como es el uso del procesador, memoria RAM y uso del disco duro, también genera reportes de los mismos vía correo electrónico, ayudando al administrador de red planear cada vez más eficiente los mantenimientos para la telefonía PBX-IP.

¹⁴ Basado en la página web www.elastix.org con sus respectivas tablas.

Figura 8. Reporte en tiempo real del uso en cada uno de los canales separados por los protocolos de telefonía IP.

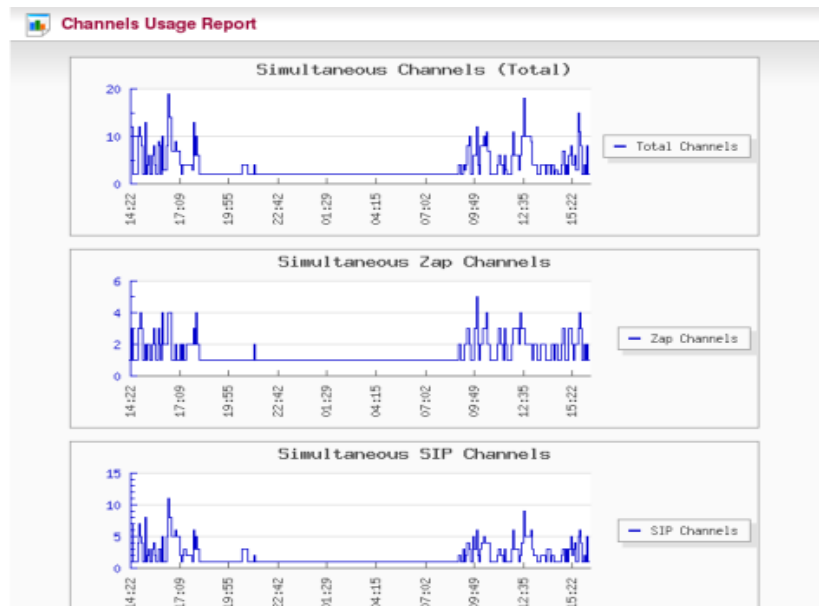
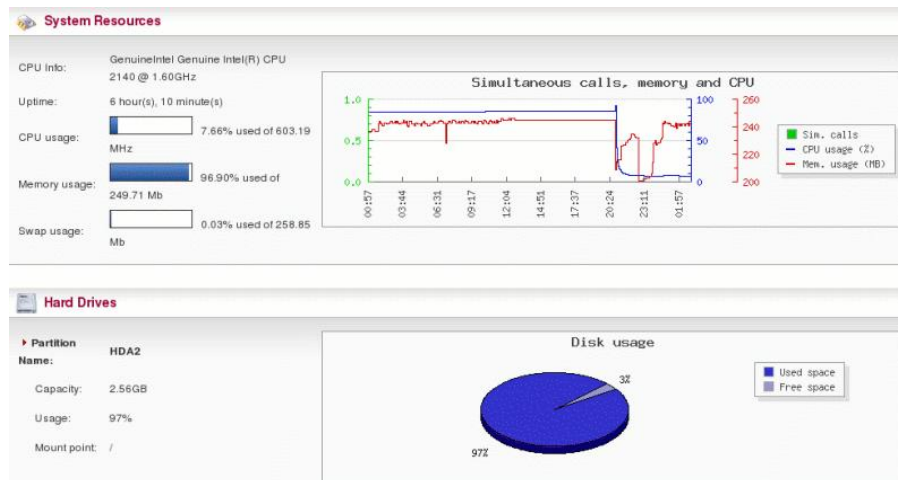


Figura 9. Reporte en tiempo real del uso de los recursos del PC.

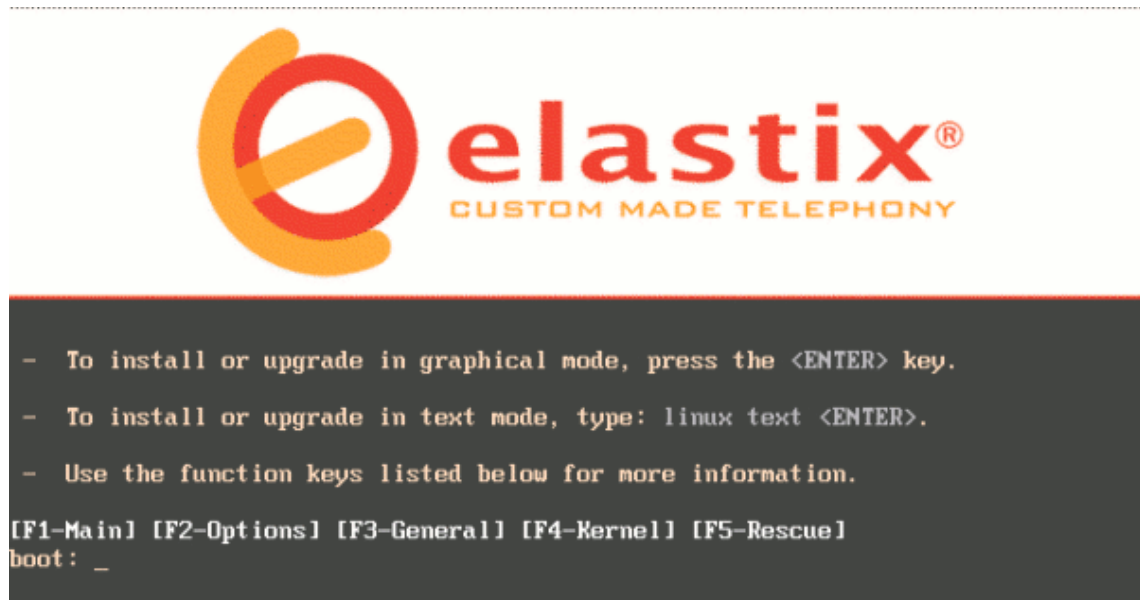


El software Elastix muestra el historial de las llamadas de telefonía IP en graficas lineales con respecto al tiempo, ayudando a planear un servicio de mejor calidad para los usuarios, ya que basados en la gráfica se puede ver las horas pico de más uso de la telefonía y las de menos uso, permitiendo a la organización tomar medidas para mejorar la comunicación tanto interna como externa.

La meta de Elastix son la confiabilidad, modularidad y fácil uso. Estas características añadidas a la robustez para reportar, hacen del mejor opción para implementar un PBX basado en Asterisk¹⁵.

1.6.3 Instalación del software Elastix. Utilizando el software de distribución que está en la página oficial www.elastix.org que tiene como última versión estable disponible la 2.0, incluido en una imagen de CD, en donde se encuentra el sistema operativo Centos con el software Asterisk y la plataforma de configuración Elastix. El sistema viene integrado con las imágenes de CD en formato ISO, que son de distribución libre, y de libre modificación y desarrollo. No es frecuente encontrar en Internet una solución gratuita tan completa como Elastix, debido a que la gran mayoría de software requiere licencias de distribución para poder utilizarlo. Para iniciar el proceso de instalación se debe seleccionar la opción de arranque desde la unidad de Disco (CD/DVD). En la siguiente figura se muestra el menú de inicio de instalación.

Figura 10. Menú de opciones del entorno instalación de Elastix www.elastix.org.



Posteriormente se mostrara con más detalle la instalación de Elastix.

¹⁵ Basado en la página web www.elastix.org

2. CAPITULO 2

2.1 FUNCIONAMIENTO PBX ANALOGICO

En la actualidad, tanto las pequeñas como las grandes corporaciones, se han interesado mucho en la convergencia de sus servicios para obtener entre otros beneficios, reducción de costos y un mejor desempeño en las actividades.

En la telefonía tradicional que era totalmente analógica en términos técnicos, la voz viajaba por medio de cableado dúplex o de dos hilos, transportando la voz mediante voltajes de 48VDC. Debido a esto, se debía montar un cableado adicional en los canales porta cables.

Figura 11. Planta Panasonic KX -TEB308AG



CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PLANTA PANASONIC KX -TEB308AG

- ❖ Recepción Automática de 3 Niveles con Guía de Voz.
- ❖ Varias Opciones de desvío de llamada (programable en días y horarios)
Servicio de Mensaje de Voz Integrado a través de una tarjeta opcional Called ID. 100 números en memoria compartidos.

- ❖ Bloqueo de llamadas.
- ❖ Recepción y Envío de Mensajes de Texto (SMS) fijos y celulares. (servicio habilitable por la Portadora)
- ❖ Conexión hasta 4 sistemas de portero, con interlocución ó música y apertura de puerta.
- ❖ Administración económica de costos.
- ❖ Software de Consola de Mantenimiento, sencillo y personalizable (interface USB ó en serie)
- ❖ Habilitación desde teléfonos. 4 internos con conexión de teléfonos híbridos.
- ❖ Respaldo de batería incorporado (ante fallas de energía)
- ❖ Salida para conexión de buscapersonas (Alto Parlante)
- ❖ Compatible con los teléfonos KX-T7730, KX-T7735 entre otros.

Adicionalmente, la telefonía analógica tenía como limitante, el uso de una planta, en la cual si se deseaba más servicios de valor agregado adicionales a los que tenía incorporado (llamadas en espera, despertador, entre otros), se debía insertar una tarjeta electrónica para que agregara ese servicio; por supuesto elevando los costos y además de eso la compatibilidad del equipo ya instalado.

La telefonía PBX analógica posee una desventaja adicional en cuanto a su capacidad, si inicialmente por características de fábrica tenía una cierta cantidad de teléfonos, si se quería agregar más extensiones, entraría en consideración la planta analógica, en donde cada una se vende a una capacidad totalmente limitada, si se quería más extensiones se requería más hardware para poder soportar ese servicio, llegando a tener este tipo de telefonía menos flexibilidad en cuanto al crecimiento de las empresas.

Con la llegada de las redes, cada vez más veloces y con mejor desempeño, se ideó la forma de integrar lo que son los datos de una empresa agregándoles paquetes de voz, generando así un mejor uso de la red cableada en una empresa,

estando en constante trabajo utilizando de manera más eficiente el ancho de banda disponible. La telefonía ha estado en constante evolución, debido a su gran demanda de extensiones y servicios de valor agregado aumentando de cierta manera los paquetes de voz por todo el cableado; para esto se requieren mecanismos de QoS o calidad de servicio que permitan garantizar una calidad adecuada incluso cuando todo el sistema está ocupado.

Para el montaje de la telefonía PBX-IP se requiere de un servidor que va estar controlando las llamadas haciendo las veces de un enrutador para las llamadas internas como las llamadas externas. Este servidor también controla el servicio de asistente de llamadas en el cual desde el proveedor de servicios de telefonía ingresa una llamada al servidor y este mediante una voz previamente grabada da instrucciones detalladas sobre las rutas hacia otras extensiones internas.

Entre otros controles que el servidor puede ejecutar para integrar servicios de valor agregado, convirtiendo la telefonía PBX-IP en prácticamente un sistema con todos los servicios integrados que dan un mejor rendimiento en las empresas.

Luego de tener un servidor con las características de hardware requerido, se debe tener también unos dispositivos Gateway que se van a encargar de asociar una dirección IP a cada uno de los teléfonos asociados a él, como son los proveedores de servicios de telefonía o PSTN que pueden ser tanto líneas públicas como también líneas de celulares.

Los Gateway son los que permiten ingresar a la red IP las llamadas recibidas del proveedor, para luego ser conectadas al switch principal y repartir todas las direcciones IP a cada uno de los teléfonos terminales.

Figura 12. Linksys SPA8000 Analog Adapter / VoIP Gateway



Fuente: imagen de www.voiplink.com

Se deben crear las extensiones en el servidor y solamente este sistema se ve limitado por el hardware del servidor, si tiene muy buena memoria y un procesador de última gama, es posible hablar de más de 60 extensiones en correcto funcionamiento con sus respectivos teléfonos conectados a la red.

Otra ventaja es el manejo de sucursales en el cual, las empresas llaman por medio de internet como una extensión adicional, ahorrando de manera directa costos en adquisición de líneas telefónicas analógicas; en lugar se envía los paquetes de voz a través de la Internet haciendo de las llamadas como si fuera un proceso centralizado. Esto ha contribuido en gran medida a que la telefonía PBX-IP tenga mayor cobertura con menos costos de instalación.

Es importante recalcar que el cableado juega un papel fundamental en una buena prestación de servicio. El sistema que se encuentra instalado sobre cableado UTP Categoría 5E funciona perfectamente, siendo recomendada la utilización de cableado UTP Categoría 6 o 7, en el cual pueden manejar mayores anchos de banda y mayor inmunidad al ruido debido a su blindaje interior, siendo de mayor fidelidad la transmisión de datos.

3. CAPITULO 3

3.1 DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN PBX-IP DE CÓDIGO ABIERTO

Partiendo de una problemática basada en un ambiente real, se requiere una solución de PBX basado en telefonía IP que soporte 25 extensiones, con 2 líneas analógicas entrantes, 1 línea analógica saliente y 1 línea adicional para celular bidireccional es decir que será tanto entrante como saliente, además la PBX prestara servicios de valor agregado con respecto a la telefonía convencional como el uso de FAX virtual, mensajería instantánea Interna y control total sobre las llamadas entrantes y salientes.

Teniendo en cuenta que Asterisk es la solución de código abierto más estable y la más usada a nivel mundial, la solución a la problemática planteada se basa en esta herramienta, por otra parte para lograr facilidad de administración y opciones que permiten acceder a servicios de valor agregado se usará la plataforma WEB Elastix.

3.2 SELECCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE

3.2.1 Hardware. El diseño propuesto, se considera una solución a mediana escala en la que se usan los siguientes equipos de hardware:

Tabla 7. Dispositivos de hardware para el diseño propuesto por autores.

<i>CANTIDAD</i>	<i>DISPOSITIVO</i>	<i>DESCRIPCION</i>
5	DVG5121SP	Dispositivo para conectar el teléfono análogo a la red de telefonía IP, marca D-LINK
1	DVG6004s Gateway con características FXO	Hará la transición de las líneas analógicas al PBX IP, marca D-LINK.
1	Servidor, CPU Intel Xeon 3040 de 1,86Ghz 4Gb RAM, 500Gb Disco Duro	Tendrá instalado el software del sistema.
10	Teléfonos IP DGP-202ESP MARCA D-LINK	Teléfonos con capacidad de conexión por cable de red.
5	Teléfonos Análogos convencionales	Teléfonos para conexión tradicional por RJ11

Una de las razones para el uso de marca D-LINK es la relación costo beneficio y estabilidad que prestan estos dispositivos, además que son totalmente compatibles con las PBX basadas en IP, así mismo soportan los el protocolo SIP, el cual se usa en este diseño.

Para la selección de equipos se tiene en cuenta que los Gateway sean de tipo FXO, los cuales son los necesarios para hacer la transición de tecnología analógica a digital, también es importante el número de puertos FXO a manejar, en el caso de la solución planteada un mínimo de 4 puertos debe contener el Gateway y que sean compatibles con Asterisk.

Por la parte de los teléfonos deben ser compatibles con el protocolo SIP el cual se ha usado para el diseño propuesto, así mismo una recomendación es que manejen dos puertos de red a manera de Switch y que el teléfono en estos puertos tenga prioridad del tráfico de voz con respecto al de datos.

Los convertidores ATA,(Analogue Terminal Adapter) son los que permiten el uso de los teléfonos analógicos en la telefonía IP, gracias a estos dispositivos se logra que el cambio sea transparente, ya que ellos hacen el papel de registro con el servidor SIP cuando se usa este protocolo, así mismo pueden manejar la compresión del audio por los CODECS G.711, G.729, GSM.

Los equipos que se muestran en este documento son aquellos a los que se tenía acceso fácilmente, para poder facilitar al usuario la mayor comprensión del diseño propuesto, mostrando las pantallas de configuración de los diferentes dispositivos, así mismo teniendo en cuenta que la propuesta planteada es una solución de código abierto y de bajo costo los equipos usados presentan una muy buena relación costo beneficio, aun así el usuario puede hacer uso de otros equipos y otras marcas compatibles.

A continuación se muestra un comparativo en costo con equipos que también son compatibles y prestan una eficiencia similar a los usados en el diseño propuesto.

Tabla 8. Cuadro comparativo en costos de equipos para telefonía IP por autor.

Dispositivo	Tipo Dispositivo	Marca	Precio	Cant.	Total
DVG5121SP	Teléfono IP	Dlink	\$186.000,00	5	\$930.000,00
DVG6004s	Gateway Fxo	Dlink	\$526.864,00	1	\$526.864,00
DGP-202SP	Convertidor ATA	Dlink	\$238.000,00	15	\$3.570.000,00
TOTAL					\$5.026.864,00
Handytone 502	Teléfono IP	Grandstream	190000	5	\$950.000,00
GXW-4008	Gateway Fxo	Grandstream	\$548.100,00	1	\$548.100,00
GXP2000	Convertidor ATA	Grandstream	\$324.000,00	15	\$4.860.000,00
TOTAL					\$5.408.100,00
SPA3102	Teléfono IP	Linksys	\$270.000,00	2	\$540.000,00
PAP2T	Gateway Fxo	Linksys	\$135.000,00	5	\$675.000,00
SPA942	Convertidor ATA	Linksys	\$370.000,00	15	\$5.550.000,00
TOTAL					\$6.765.000,00

Como se puede observar en la comparación los costos son variables pero aun así resulta económico para una solución de telefonía IP a un nivel de pequeña empresa.

Para una solución de voz IP eficiente debe existir un cableado mínimo categoría 5e, para poder mantener el desempeño y calidad de las llamadas simultáneas, teniendo en cuenta esto para la solución propuesta se usa cableado categoría 6 que permite una buena calidad de voz.

3.2.2 Software. Elastix es la solución web basada en Asterisk, más desarrollada hasta ahora y es la PBX basada en telefonía IP a nivel interno más usada.

La solución propuesta es basada en Asterisk sobre la interface web Elastix versión 1.5.2 la cual nos permite obtener beneficios y servicios de valor agregado con respecto al Asterisk básico.

Se implementa el Softphone X-lite teniendo en cuenta que el diseño se basa en software libre y que funciona correctamente sobre Asterisk. Se usa la versión 3.0 para Windows, asumiendo que los equipos clientes donde se instala la aplicación, tienen este Sistema Operativo, X-lite también está disponible para MAC y LINUX, siendo una muy buena opción para cualquier sistema operativo en el que se requiera un Softphone funcional.

Se puede descargar X-LITE de la siguiente dirección web:
<http://www.counterpath.com/x-lite-download.html>

Además de X-LITE existe otro Softphone llamado Zoiper, los dos soportan SIP y son los Softphone gratuitos más conocidos, pero Zoiper es más limitado en sus funciones ya que no incluye manejo de contactos, mensajería y video, a diferencia de X-lite que si permite estas características. Cualquiera de los dos puede ser usado para una solución de telefonía IP, pero X-lite además presenta un mejor soporte de sus fabricantes, con foros de ayuda los cuales no se encuentran para Zoiper.

Este aplicativo maneja las operaciones básicas como llamar y recibir llamadas, identificación de llamadas en el display entre otras, si se requieren opciones más avanzadas existe la versión comercial de este software que posee funcionalidades más avanzadas.

La figura 13 muestra la interfaz de la aplicación mencionada X-lite en un ambiente Windows XP, se debe tener en cuenta que es válido el uso de cualquier softphone que soporte el protocolo SIP y sea compatible con Asterisk.

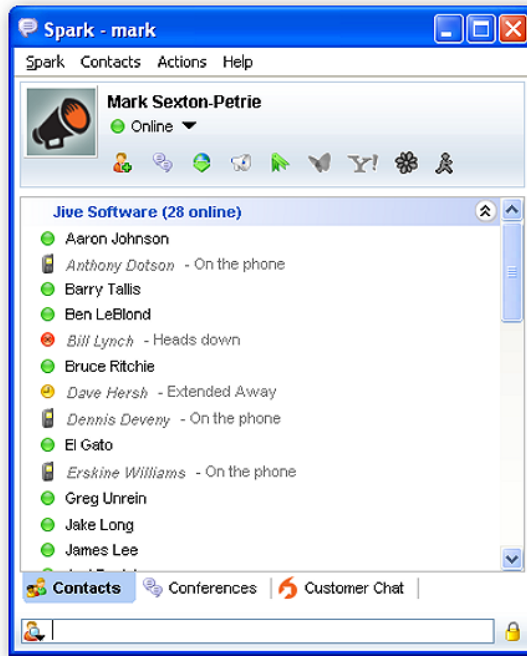
Figura 13. Softphone X-Lite.



La mensajería instantánea requiere de un software cliente, para ello se propone usar la aplicación SPARK la cual es una herramienta de software libre, compatible con Asterisk y con Elastix, así mismo presta servicios de interacción con la telefonía IP, como mostrar el estado de la extensión asociada a cada usuario. La figura 14 es ejemplo de ello.

El software SPARK se puede descargar desde la siguiente dirección web:
<http://www.igniterealtime.org/downloads/index.jsp>

Figura 14. Cliente de mensajería instantánea Spark.



Instalación del sistema y configuración de equipos

3.2.3 Instalación del sistema. En la instalación del sistema se utiliza una imagen de la versión de Elastix 1.5.2, esta se instala a partir del sistema operativo Linux Centos 5 que viene incluido en esa imagen, lo cual nos permite establecer los parámetros deseados para la instalación, como particiones de disco, que luego serán usadas por el PBX para almacenar información, esta instalación se realiza en la máquina seleccionada como servidor o en este caso como PBX-IP, la imagen mencionada puede ser descargada directamente desde el link:

<http://sourceforge.net/projects/elastix/files/Elastix%20PBX%20Appliance%20Software/>

Cabe destacar que posterior a la instalación es necesaria la actualización de ciertos módulos de Elastix, que por defecto vienen desactivados o

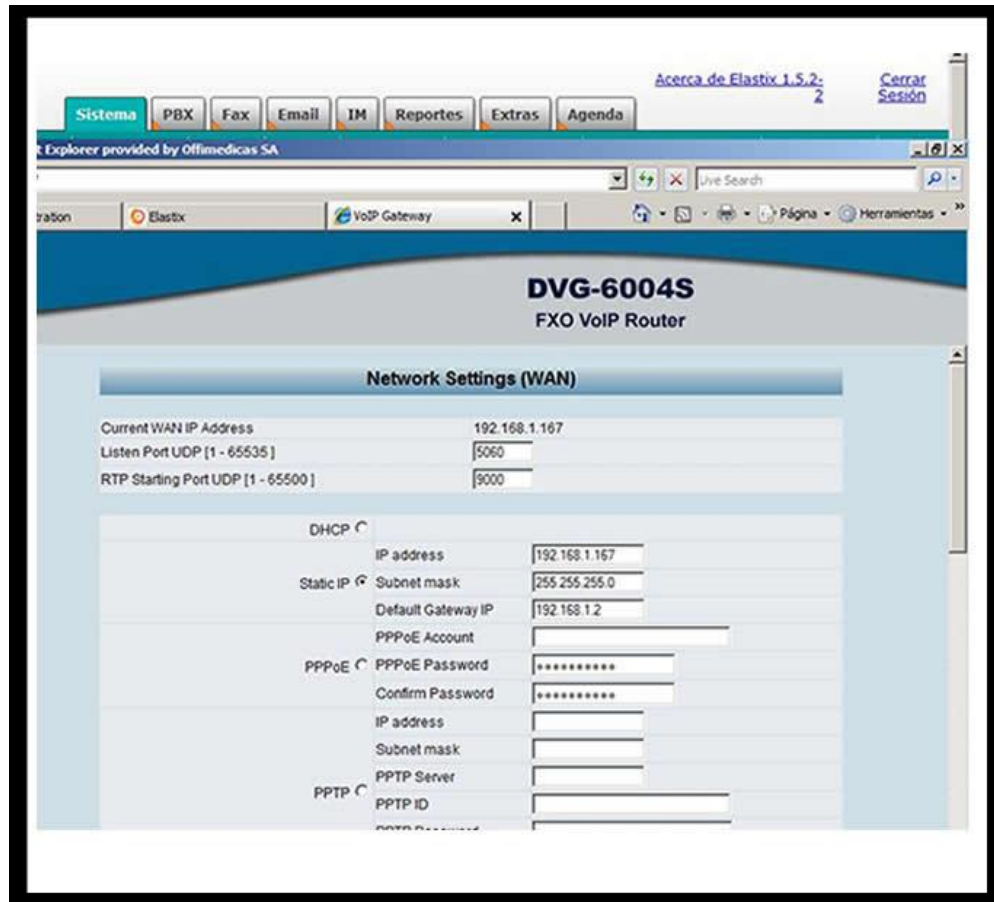
desactualizados, lo cual no permite usar todas las opciones que optimizan el rendimiento y funcionalidad del PBX.

Por otra parte los clientes necesarios para la implementación y demás aplicaciones se instalan fácilmente por medio de su respectivo asistente de instalación.

3.2.4 Configuración del Gateway. Gateway Dlink DVG6004S

Podemos acceder al Gateway por medio de su interface web a partir de la dirección IP pública 192.168.1.167; la primera ventana de configuración que es llamada General Settings, se puede apreciar que por defecto el dispositivo utiliza para el modo escucha el puerto UDP 5060 y para el protocolo RTP utiliza por defecto el puerto 9000, como se observa en la siguiente figura.

Figura 15. Configuración por WEB del Gateway DVG-6004s

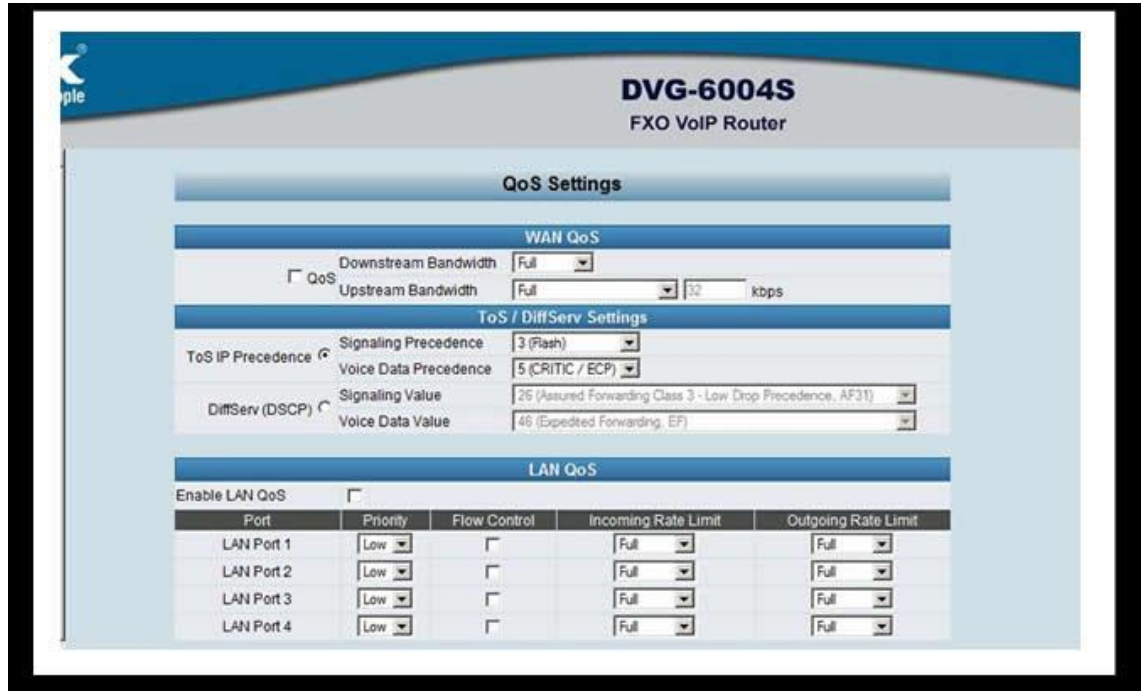


Para la red LAN, por diseño se utilizará la dirección IP 192.168.8.254.

Se debe tener en cuenta que existe una configuración de QoS previa en el Router de la organización en la que priorizamos la voz dándole una cola de prioridad más alta con respecto a otros servicios. Esto se logra a través del establecimiento de políticas o directivas que permiten determinar qué tipo de tráfico debe ser priorizado con respecto a otro, esto se hace cuando deseamos salir a la WAN con algún servicio de telefonía IP, así mismo como recibir llamadas por medio de este servicio, para el caso de la PBX, que se maneja a nivel interno, la configuración de QoS se aplica básicamente en el dispositivo FXO (Gateway) como se muestra en la figura número 16.

Al nivel de hardware el dispositivo tiene la opción de manejo de calidad de servicio QoS por sus siglas en inglés, para este caso de diseño se usará la opción de ToS IP Precedence en donde hay dos opciones adicionales que permiten manejar la importancia de la señal y la de los paquetes de voz. En este caso se le da a la señal una importancia media y a la voz la más alta para garantizar la calidad de la misma y que sean los paquetes de voz los que tengan prevalencia sobre cualquier otro. La figura 16 muestra las opciones configurables que tiene el dispositivo para QoS.

Figura 16. QoS en Gateway DVG-6004s.

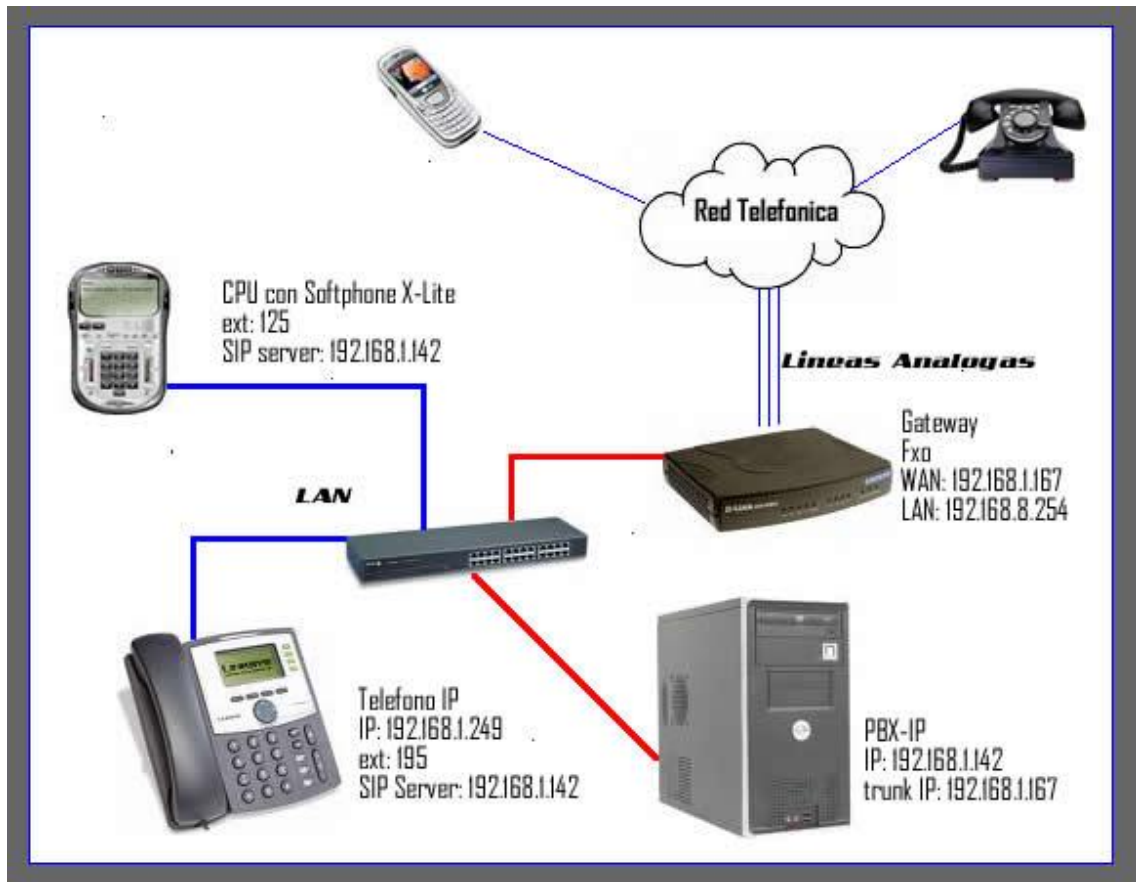


El dispositivo permite configurar los parámetros que hacen de referencia a los decibeles usados para la amplificación de la voz, tanto los de escucha y habla así mismo como el tono, lo que nos permite obtener el volumen de audio deseado y por lo tanto, una mejor calidad en la comunicación.

A partir de la configuración de este dispositivo, dependerá la configuración de Elastix ya que cada llamada está asociada a un puerto FXO del Gateway con su códec G.711 y es este el que hace la transferencia de análogo a IP.

Con esto se evita el uso de tarjetas PCI asociadas a un servidor en donde estas tienen una configuración nativa que no puede ser modificada lo que las hace más limitadas con respecto al Gateway. En la figura 17 se muestra la arquitectura básica de la solución usando este tipo de dispositivos y líneas analógicas, según lo propuesto, así mismo como el uso de teléfonos IP y Softphones.

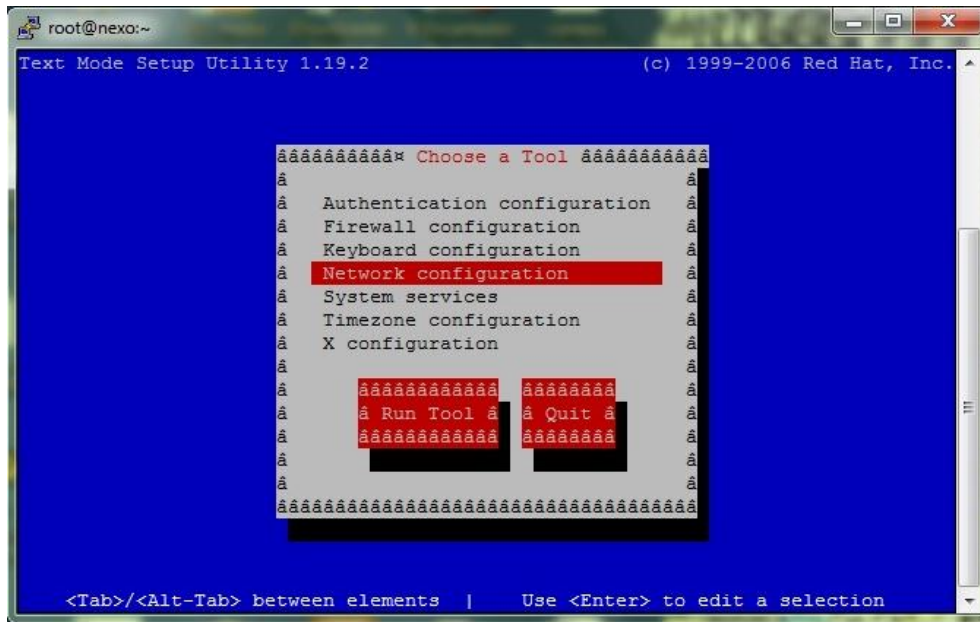
Figura 17. Esquema de red de telefonía.



Configuración del Elastix

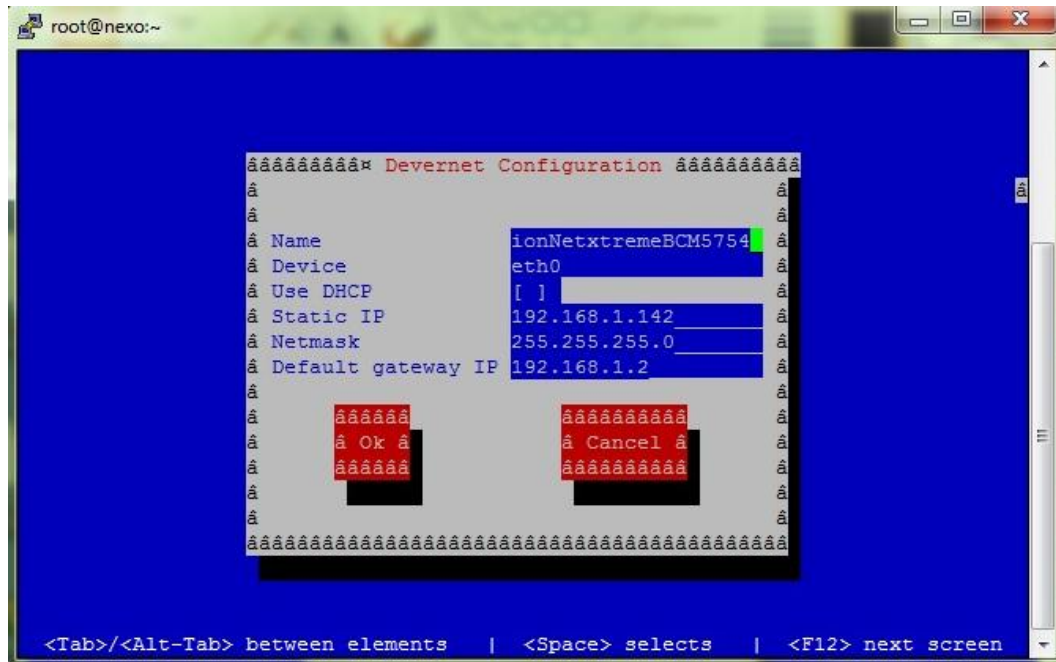
El servidor de telefonía debe tener una IP asignada, es decir la máquina Linux en su tarjeta de red debe tener una configuración estática la cual se mantendrá siempre igual, para ello se accede a la consola en Linux, y se digita el comando Setup y a continuación muestra una pantalla de configuración, esta pantalla muestra varias opciones, para este diseño solo se hace énfasis en la opción resaltada de la figura 18, la cual hace referencia a los parámetros de configuración de la tarjeta de red.

Figura 18. Opciones del comando setup.



Una vez muestra en pantalla las opciones del comando digitado, se procede a configurar los parámetros de la tarjeta de red.

Figura 19. Configuración de la tarjeta de red.



Una vez asignada la IP a la máquina, es posible acceder por medio WEB a la configuración del Elastix digitando la IP previamente configurada en algún navegador que lo soporte. Después de digitado el usuario y contraseña requeridos, la interfaz WEB esta lista para que sea aprovechado su potencial.

3.2.5 Configuración del PBX vía WEB. Para asegurar la funcionalidad del PBX, se tienen ciertos parámetros mínimos que deben ser configurados, en el escenario planteado, se debe configurar una recepción de llamadas basados en 2 líneas analógicas, y una comunicación interna que consta de 20 extensiones, así mismo se tendrá una ruta saliente analógica y una para celular.

Para ello es necesario la configuración de una ruta entrante que realice la recepción de nuestras llamadas, el Gateway debe tener la capacidad de pasar la señal de telefonía analógicas al PBX –IP, y este a su vez de mantener la llamada en la red IP, para ello debe haber una configuración previa de utilización de códecs y aplicación de servicios que permitan mantener y controlar la llamada.

La ruta entrante es en la que se configura que destino tomará la llamada en primera instancia, una vez ha entrado al PBX – IP, una cola de espera, una extensión o un IVR, pueden ser algunas de las posibles opciones, asumiendo para este diseño el uso de un IVR en primera instancia este permitirá al usuario escuchar una serie de opciones entre las cuales podrá seleccionar una a partir de digitar una o varias teclas de su teléfono. Las opciones hacen referencia a distintas extensiones, así como ir directamente a un buzón de voz para dejar un mensaje en una extensión determinada o enviar un fax entre otras.

IVR por sus siglas en Ingles (Interactive Voice Response). Es un mecanismo que recibe la llamada en una organización con un sistema de voces previamente grabado en el que se le indica a la persona que llama, las opciones que tiene para seleccionar y que gracias al reconocimiento por tonos de los números puede

redirigir la llamada dependiendo de la opción seleccionada por el cliente, o indicarle si ha seleccionado una opción no válida. Así mismo, algunos IVR más modernos tienen reconocimiento de voz en palabras simples como “sí” y “no”, lo que hace más dinámica la interacción de la máquina con los humanos, por lo tanto se considera un sistema automatizado de respuesta interactiva, orientado a entregar y/o capturar información a través del teléfono, permitiendo el acceso a servicios de información u otras operaciones.

Un IVR basado en Asterisk permite la interacción con bases de datos internas del sistema (MySQL o PostgreSQL), externas como Oracle, DB2, Sybase, Informix, MS SQL Server. Acepta conexiones tanto de líneas analógicas (FXO) y digitales (ISDN Pri, E1 R2/MFC) o troncales VOIP.

El módulo de IVR, viene previamente instalado con Elastix y su configuración se realiza de manera fácil a través de la interfaz WEB en la opción IVR del menú de Elastix.

Otra de las opciones que se configuran directamente en Elastix son las cuales, las troncales indican a las rutas salientes qué camino tomar, dependiendo de lo que se desee, a partir de una combinación de números podremos realizar una llamada desde la línea celular o por el contrario desde las líneas analógicas.

Para llamada a celulares se hace necesario el uso de una planta celular GSM, la cual es un dispositivo al cual se le inserta una sim card de cualquier operador celular y da la posibilidad de conexión de un teléfono análogo para realizar llamadas desde este. En el caso de la integración con el PBX-IP, del puerto RJ-11 de la planta se conecta un cable que va hacia el Gateway a uno de sus puertos FXO con conector RJ-11. La configuración del PBX-IP no cambia en sí, pero se debe configurar un plan de llamadas salientes que permita las llamadas de celular, la configuración de llamadas salientes se muestra en la figura 20.

Por ejemplo en la figura 20 se observan los parámetros para llamadas salientes, el número anterior al símbolo (|) indica que al oprimir ese número desde cualquier extensión habilitada, se seguirán los parámetros establecidos para él, en la figura se observan una serie de parámetros para las llamadas lo cual indica que si un usuario intentara sacar una llamada a un número de celular iniciando su marcación con el nueve (9), no podrá hacerlo. Las X en los patrones de marcado quieren decir que cualquier número puede ser marcado en el lugar de la X. Cada ruta saliente debe hacer énfasis a una troncal, como se observa en la figura ubicada en la parte inferior, está dirigida a la troncal Dlink, más adelante se muestra la configuración de las troncales.

Figura 20. Configuración de llamadas salientes.

Delete Route Gratis

Route Name: Gratis

Route Password:

PIN Set:

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?:

Dial Patterns

9|018000XXXXXX
9|01800XXXXXX
9|61XXXXX
9|62XXXXX
9|63XXXXX
9|64XXXXX
9|65XXXXX
9|67XXXXX
9|68XXXXX
9|69XXXXX

Dial patterns wizards:

Trunk Sequence

0

En el menú PBX y seguido por el submenú configuración PBX, se agregan las troncales basadas en el protocolo SIP, el cual se ha definido previamente como protocolo de comunicación para la transmisión de voz, las troncales hacen referencia al Gateway por donde saldrá la llamada, así mismo controla la llamada

entrante por determinado Gateway. La figura 21 muestra los parámetros establecidos para una troncal que hace referencia al Gateway previamente configurado.

Figura 21. Configuración de la troncal.

The image shows a configuration window with the following sections and values:

- Trunk Name:** dlink
- PEER Details:**
 - username=720
 - user=720
 - type=peer
 - secret=720
 - ipaddr=192.168.1.167
 - insecure=very
 - host=192.168.1.167
 - dtmfmode=rfc2833
 - context=from-my-provider
 - allow=ulaw
- Incoming Settings**
- USER Context:** 720
- USER Details:**
 - disallow=all
 - username=720
 - user=720
 - type=peer
 - secret=720
 - qualify=500
 - port=5060
 - nat=no
 - insecure=no
 - host=192.168.1.167
- Registration**

Contexto de llamadas entrantes:

Username = 720: esto hace referencia al número de puerto que es representado para FXO en el Gateway.

User = 720: Hace referencia al user id del Gateway.

Type = peer: hace referencia a una topología punto a punto.

Secret: contraseña de protección definida en el Gateway.

Ipaddr=192.168.1.167: dirección ip del Gateway.

Insecure= very: permite a los host llamar sin necesidad de re-autenticación pero se requiere una autenticación por primera vez.

Host=192.168.1.167: dirección ip del Gateway.

Dtmfmode=rfc2833: hace referencia al tipo de tono.

Context=from_my_provider : hace referencia al comportamiento de la llamada entrante según el archivo de configuración en la ruta /etc/Asterisk/extensions_custom.conf. Este archivo define en parte el comportamiento de la llamada entrante en cuanto a su contexto.

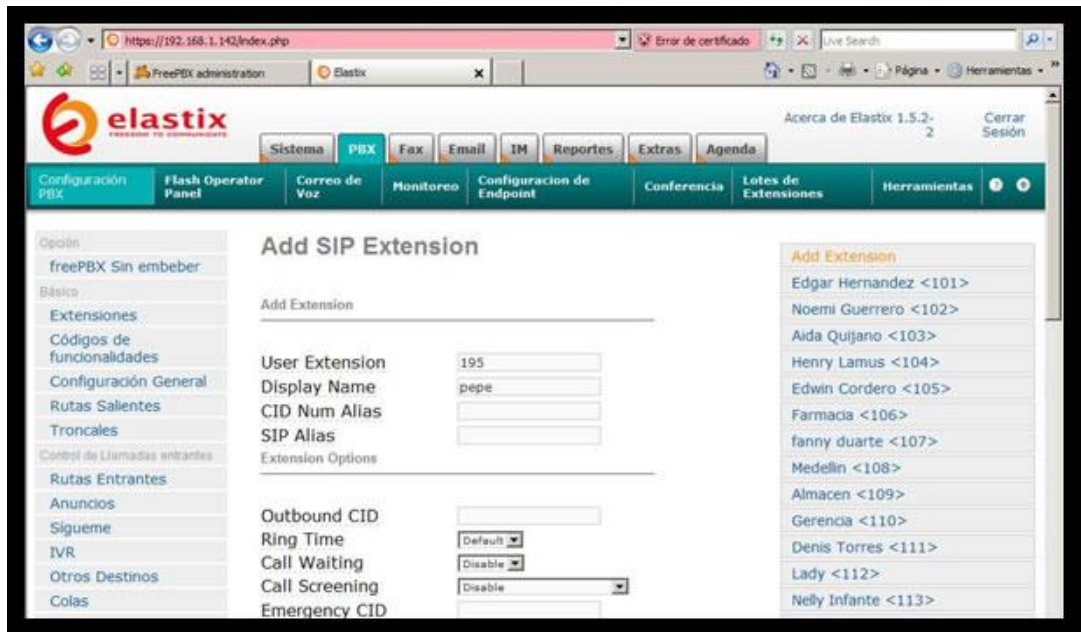
Allow=ulaw: Tipo de permiso del códec definido en orden de preferencia.

Estas son las opciones principales definidas en la troncal.

Una vez completadas las configuraciones tanto de software como de hardware mostradas anteriormente se tiene el esquema listo para recibir y hacer llamadas, pero han de crearse las extensiones deseadas y asociar cada teléfono IP, Softphone así mismo como los teléfonos análogos a una extensión, dentro del PBX, en las figuras 22 y 23 se muestra los parámetros necesarios para la creación de la extensión, solo los campos que tienen datos insertados son obligatorios.

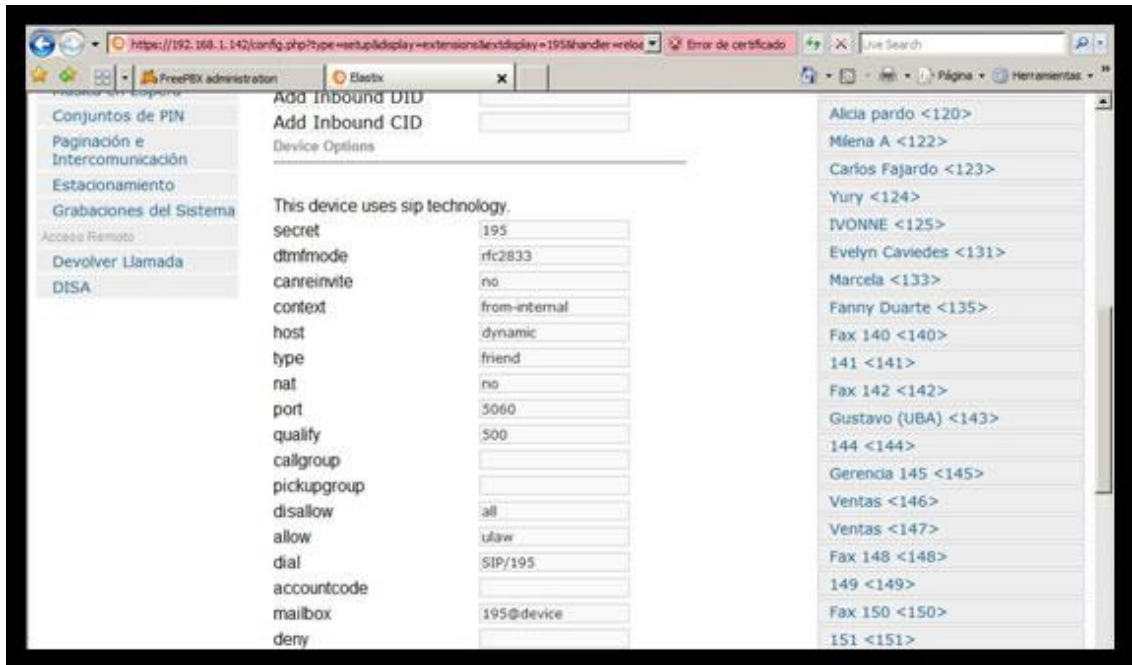
En la siguiente figura, muestra la cabecera de datos para la extensión, número de extensión y nombre asociado a la misma.

Figura 22. Datos básicos de la extensión.



A continuación la figura 23 muestra otros parámetros necesarios para creación de extensión, tales como tipo de tono, el password, el contexto que usara y el puerto entre otros.

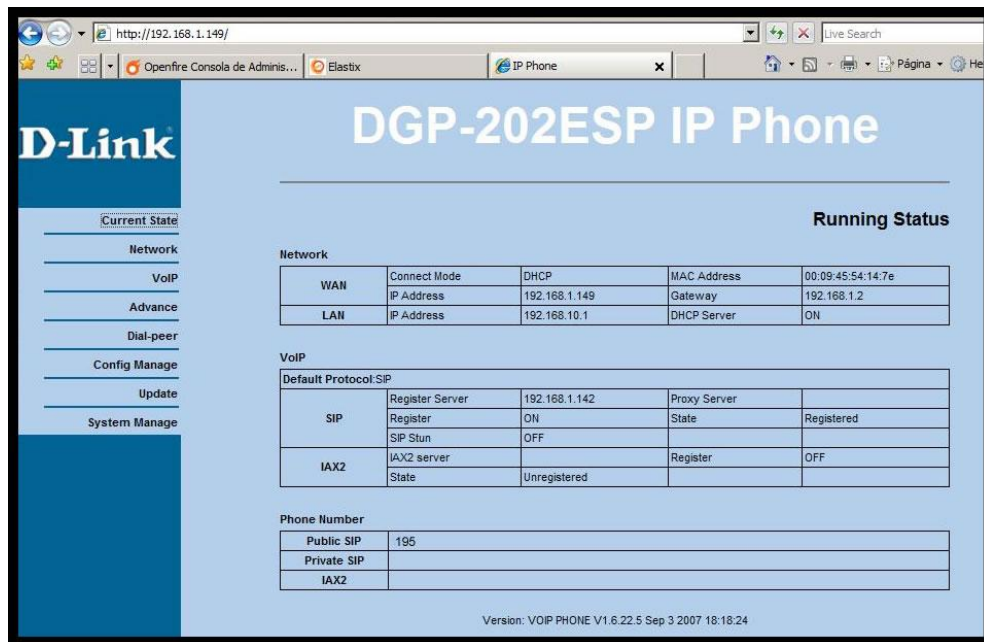
Figura 23. Creación de una extensión.



Una vez creada la extensión esta estará habilitada para sacar y recibir llamadas tanto internas como externas o según la configuración que desee dársele, para ello esta extensión deberá estar asociada a un dispositivo de hardware o software que soporte el protocolo SIP, como ya se había mencionado anteriormente.

A manera de ejemplo se toma como referencia un teléfono IP, el cual tendrá asociada la extensión 195 previamente creada en el PBX, la mayoría de teléfonos IP de marcas reconocidas tienen una interfaz WEB, a la que se puede acceder por medio de un navegador para realizar en ellos la configuración requerida, en este caso se usa el teléfono marca D-LINK de referencia DGP-202ESP, una vez se dispone a configurar este dispositivo se puede observar su IP en la pantalla al oprimir la tecla Sysinfo repetidas veces hasta que nos muestre esta información, tan pronto se obtiene la IP, esta se digita en el navegador WEB, desde un equipo conectado en la misma red del teléfono, y nos lleva a la página de administración como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Interfaz WEB teléfono IP.



A partir de la interfaz web se configuran en el teléfono los parámetros adecuados para habilitarlo como una extensión dentro del PBX, esto se logra asociando el teléfono a nuestro servidor SIP, en este caso la máquina que tiene Elastix funcional con la IP 192.168.1.142. El teléfono IP como se observa en la imagen tiene dirección IP 192.168.1.149, por medio de la cual se accedió al dispositivo. Esta se puede cambiar a una diferente de manera estática o se habilita DHCP en el teléfono para que adquiera una IP automáticamente a partir de un servidor DHCP, una vez que se tienen los parámetros de red establecidos correctamente, se procede a la configuración SIP del teléfono allí es donde finalmente se le indica con que extensión va a interactuar, y el nombre que irá asociado a esta extensión, así mismo se especifica el tipo de tono, el servidor SIP, se debe digitar el password que previamente se puso para la extensión en el PBX, y que el teléfono hace una autenticación en la que se registra con el servidor SIP, en la siguiente figura se puede observar esta pantalla de configuración.

Figura 25. Configuración SIP del teléfono IP.

The screenshot shows the web interface for configuring a D-Link DGP-202ESP IP Phone. The page title is "DGP-202ESP IP Phone" and the sub-section is "SIP[Registered] Configuration". The interface includes a navigation menu on the left with options like "Current State", "Network", "VoIP", "Advance", "Dial-peer", "Config Manage", "Update", and "System Manage". The main configuration area contains a table of fields for SIP settings.

Register Server Addr	192.168.1.142	Proxy Server Addr	
Register Server Port	5060	Proxy Server Port	
Register Username	195	Proxy Username	
Register Password	***	Proxy Password	
Domain Realm		Local SIP Port	5060
Phone Number	195	Register Expire Time	60 seconds
Display Name	pepe	User Agent	Voip Phone 1.0
Encrypt Key		Server Type	common
DTMF Mode	DTMF_SIP_INFO	RFC Protocol Edition	RFC3261
Detect Interval Time	60 seconds	<input checked="" type="checkbox"/> Enable Register	

Apply

Una vez configurados los parámetros mínimos requeridos por el dispositivo y aplicar estos cambios hará que su estado pase a Registered como se observa en la anterior imagen esto quiere decir que el servidor SIP, ahora tiene en su esquema la extensión 195 asociada a este teléfono. Se hace necesario, una vez terminada la configuración, guardar los cambios en el teléfono para que éste guarde en su memoria los datos establecidos y no los pierda dado el caso de corte del suministro de energía del aparato. El teléfono ya está listo para recibir y realizar llamadas, siempre y cuando se hallan configurado correctamente todo lo mencionado anteriormente en este capítulo, ahora el teléfono muestra en pantalla su nueva configuración y al realizar una llamada será identificado en la red interna por el nombre que se le ha dado en la planta telefónica. La figura 26 muestra una fotografía del teléfono.

Figura 26. Fotografía de Teléfono IP.



Para el uso de otros medios de comunicación para la telefonía IP como Softphones o teléfonos análogos que se pueden usar a partir de un dispositivo que permite la configuración de extensiones IP asociadas a líneas analógicas se logra la interacción de varios equipos de telefonía en la red, así mismo como la reducción de costos con respecto al precio de los teléfonos IP, existen programas como el X-lite mencionado anteriormente que no tiene ningún costo y permite perfectamente la comunicación bajo el protocolo SIP, con el uso de un computador, auriculares y micrófono, ya se tiene un completo teléfono para la comunicación.

Así mismo los teléfonos análogos se integran a partir de los adaptadores uno de los posibles equipos a usar es el de referencia DVG5121SG de la marca Dlink, el cual es totalmente compatible con el protocolo SIP, configurable fácilmente por WEB, y asocia hasta dos extensiones a dos líneas analógicas, lo que permite que dado el caso de una migración de telefonía convencional a IP no necesariamente se pierdan los equipos anteriores lo que significa un ahorro significativo a la hora de optar por una solución de PBX-IP.

Esta solución permite la comunicación gratuita vía LAN o internet si se tiene un enlace con una sede en otra ciudad u otro país pero están conectas a partir de una Red Privada Virtual o un enlace compartido o dedicado, la comunicación será posible a través de la red, simplemente como si se configurara una extensión mas en el sitio remoto que de igual manera estará asociada al mismo servidor de telefonía IP, esta es una de as principales ventajas de la telefonía IP, y los PBX, basados en este protocolo permiten esta ventaja y otras ventajas que consideramos como servicios de valor agregado con respecto a la telefonía convencional.

Servicios de valor agregado

La telefonía IP, permite ciertas ventajas con respecto a la telefonía convencional ya que hace una integración de la voz con la red de datos lo que permite mayor control sobre las llamadas, e interacción de las mismas con las aplicaciones de software dentro de la organización, así mismo llamadas sin ningún costo a través de la red de datos de la organización sin importar la distancia si se tiene una comunicación en red con las sedes de la organización se podrán realizar llamadas a esta sedes de manera gratuita, y por otra parte no se pierde la comunicación analógica pues si se necesita hacer una llamada por la red de telefonía convencional sencillamente se hace la transferencia por medio del Gateway, y se realiza la comunicación .

Entre los servicios que puede prestar un PBX – IP. Se encuentra la integración de la mensajería instantánea con la red de telefonía, la digitalización de los faxes y el control total sobre las llamadas.

3.2.6 Mensajería Instantánea. La mensajería instantánea es mundialmente usada para la comunicación tanto a nivel empresarial como personal, siendo una manera rápida y económica de comunicarse con otra persona sin la necesidad de establecer una conmutación telefónica que ocupe una línea o que represente algún costo, a partir de Elastix se puede integrar un cliente de mensajería instantánea que hace una perfecta integración con el PBX, permitiendo entre otras cosas determinar el estado de la línea telefónica de cada usuario asociado al cliente de mensajería instantánea, esto ya se observó en la figura 14 del presente capítulo, allí se muestra como el estado del usuario cambia si este se encuentra hablando por teléfono. Para hacer esto posible se requiere la instalación de un módulo de mensajería instantánea adicional que no viene pre instalado con Elastix, este módulo se llama Open Fire, y se debe instalarse directamente desde la consola de Linux siguiendo los siguientes pasos:

3.2.6.1 Paso 1

- ❖ Para la versión Centos 32bit.

```
Se digita en la consola: wget http://cds.sun.com/is-  
bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/CDS-CDS_Developer-Site/en_US/-  
/USD/VerifyItem-Start/jdk-6u16-linux-  
i586.bin?BundledLineItemUUID=TRVIBe.m3M0AAAEjqNAu27jy&OrderID=motl  
Be.mU3AAAAEjj9Au27jy&ProductID=Dx1IBe.prBgAAAEirRcTvuC_&FileName=  
/jdk-6u16-linux-i586.bin
```

- ❖ Para la versión Centos 64bit:

```
Se digita en la consola: wget http://cds.sun.com/is-  
bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/CDS-CDS_Developer-Site/en_US/-  
/USD/VerifyItem-Start/jdk-6u16-linux-  
x64.bin?BundledLineItemUUID=S3JIBe.meRYAAAEjd_Au27jx&OrderID=EARI
```

Be.mqM0AAAEjafAu27jx&ProductID=9sJIBe.pnAQAAAEirxcTvuC_&FileName=
/jdk-6u16-linux-x64.bin

3.2.6.2 Paso 2. Con el comando “ls” en Linux se observa que aparece un nombre de archivo muy largo. Para no tener que escribir todo el nombre se puede usar una característica de la Shell de los sistemas Linux, es decir indicar las primeras tres letras del nombre y luego presionar la tecla TAB (tabulación). El nombre se completará automáticamente.

3.2.6.3. Paso 3. Se procede a cambiar los permisos del archivo para que se pueda ejecutar

```
chmod 777 jdk-6u16-linux-x64.bin
```

En Linux los dígitos 777 hacen referencia a que se abren todos los permisos de lectura escritura y ejecución. Luego se escribe:

```
./jdk-6u16-linux-x64.bin
```

Aparecerá la licencia de uso del programa. Se presiona la tecla espacio hasta llegar al fondo de la licencia y luego se acepta los términos de la misma.

Empezará la instalación de la JRE. Una vez terminada en la carpeta /opt se encuentra otra carpeta con nombre jdk1.6.0_16

3.2.6.4 Paso 4. Luego de configurados los parámetros anteriores de proceder a descargar el servidor jabber Openfire escribiéndola siguiente línea en el Shell de Linux:

```
wget http://www.igniterealtime.org/downloadServlet?filename=openfire/openfire
```

Se descomprime el archivo después de descargado con el comando:

```
tar -xf openfire_3_6_4.tar.gz
```

Se accede a la carpeta bin para ejecutarlo:

```
cd /opt/openfire/bin
```

Una vez ejecutado digitamos el comando para iniciar el servicio:

```
./openfire start
```

Para verificar que esté corriendo:

```
./openfire status
```

Debe aparecer el texto:

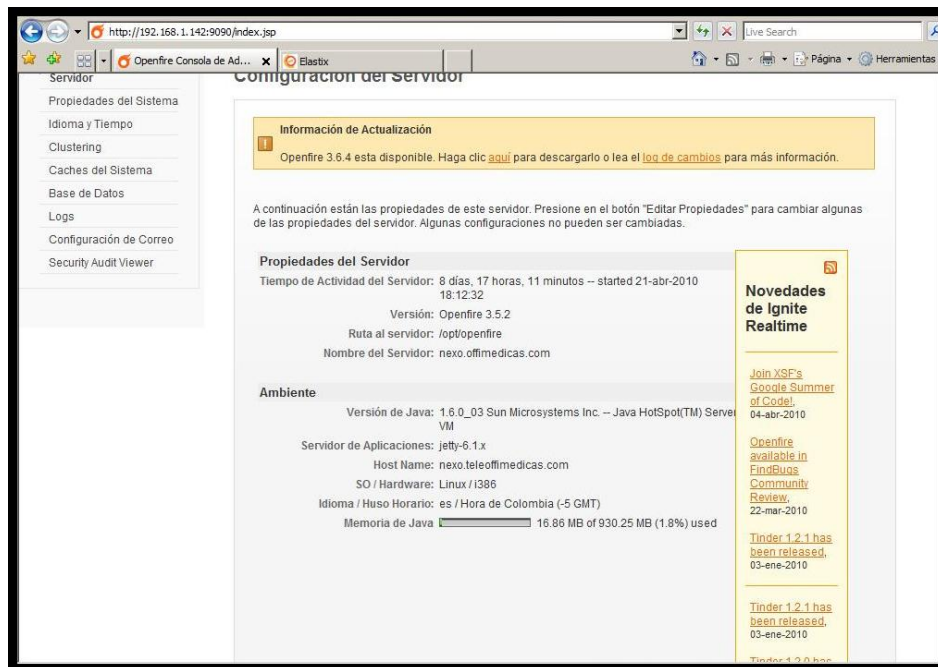
```
The daemon is running.
```

Si aparece el texto quiere decir que todo está correctamente instalado.

Con Openfire instalado podremos tener nuestro servidor de mensajes instantáneos sin tener que acudir a servicios de terceros. Esto implica tener una red de mensajería instantánea segura, sin posibilidad de ser interceptada por terceros, gracias al uso del protocolo TLS.

Ya instalado el servidor, se puede acceder a administrarlo vía WEB por la misma página de Elastix, ahora aparecerá una nueva opción llamada IM, la cual contiene toda las opciones configurables del servidor de mensajería, allí se han de crear los usuarios, y se puede asociar cada usuario a una extensión del PBX, para que se logre la interacción, esto no es necesario ya que se pueden crear en el servidor usuarios que incluso no tengan extensión telefónica pero que si necesiten del uso del cliente de mensajería. La figura 27 muestra la interfaz Web de configuración para Openfire.

Figura 27. Entorno WEB Openfire.



Una vez creados los usuarios se instala el ya mencionado cliente SPARK, a este se le indica la IP de la máquina Linux como servidor y cada usuario accede en su equipo con su nombre de usuario y contraseña creados en el servidor.

3.2.7 Fax virtual. El uso de fax virtual hace referencia a recibir los fax de la organización directamente en medios digitales sin que la persona que lo envía tenga ningún inconveniente o deba hacer otro procedimiento al de el envió de un fax convencional, esto se logra gracias a las funcionalidades de Elastix para el reconocimiento de tonos de fax y la capacidad de digitalizar estos documentos y almacenarlos en el servidor Linux, con características avanzadas como organización por fecha, reconocimiento de la identidad de quien envía el fax siempre y cuando se encuentre registrado previamente en una base de datos, y descarga de los fax a un equipo cliente.

Las líneas del fax deben ser configuradas con un protocolo diferente al SIP, este protocolo es el IAX2. IAX2 (Inter-Asterisk exchange v2) es oficialmente el RFC 5456 aprobado por IETF (Internet Engineering Task Force). Este protocolo, usa

UDP para conectar dos sistemas o terminales remotos hacia un PBX, utilizando la plataforma Asterisk. El puerto UDP usado por IAX2 generalmente es el 4569, el tráfico de datos y control se transmite sobre el mismo canal es decir que es una transmisión in-band que le permite al protocolo ser muy eficaz para las comunicaciones entrantes a través de los firewalls, esto lo hace diferente del protocolo SIP, el cual usa una cadena RTP out-of-band para transmitir la información. IAX permite manejar una gran cantidad de códecs y un gran número de streams, lo que significa que puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de dato. Esta capacidad lo hace muy útil para realizar videoconferencias o realizar recepción de fax.

Cuando se halla configurado la extensión IAX2 en el servidor esta se asocia a la extensión de fax virtual, es decir cada fax virtual necesariamente depende de una extensión de tipo IAX2, como se mencionó anteriormente se usa este protocolo por que puede transportar cualquier tipo de dato mientras que SIP es más dedicado a la transmisión de voz. Elastix tiene la característica de poder asociar números telefónicos a un nombre de cliente o persona en una base de datos MySQL integrada en el sistema Linux, desde la opción Caller ID de la interfaz WEB se incluyen los números asociados al nombre deseado. Esta alimentación de la base de datos se hace necesaria si se desea que se identifique el cliente que ha enviado el fax y sea más fácil su ubicación a partir de un nombre y no de un número telefónico. La siguiente figura, muestra la interfaz WEB donde se administran los fax virtuales recibidos.

Figura 28. Visor de fax de Elastix.

The screenshot shows the 'Visor de Fax' interface. At the top, there are search filters for 'Nombre de Compañía', 'Fax de Compañía', 'Fecha de Fax', and 'Tipo Fax' (set to 'Todos'). A 'Buscar' button is present. Below the filters is a table with the following columns: 'Eliminar', 'Tipo', 'Archivo', 'Nombre de Compañía', 'Fax de Compañía', 'Fax Destino', 'Fecha de Fax', and 'Opciones'. The table contains 10 rows of received fax records.

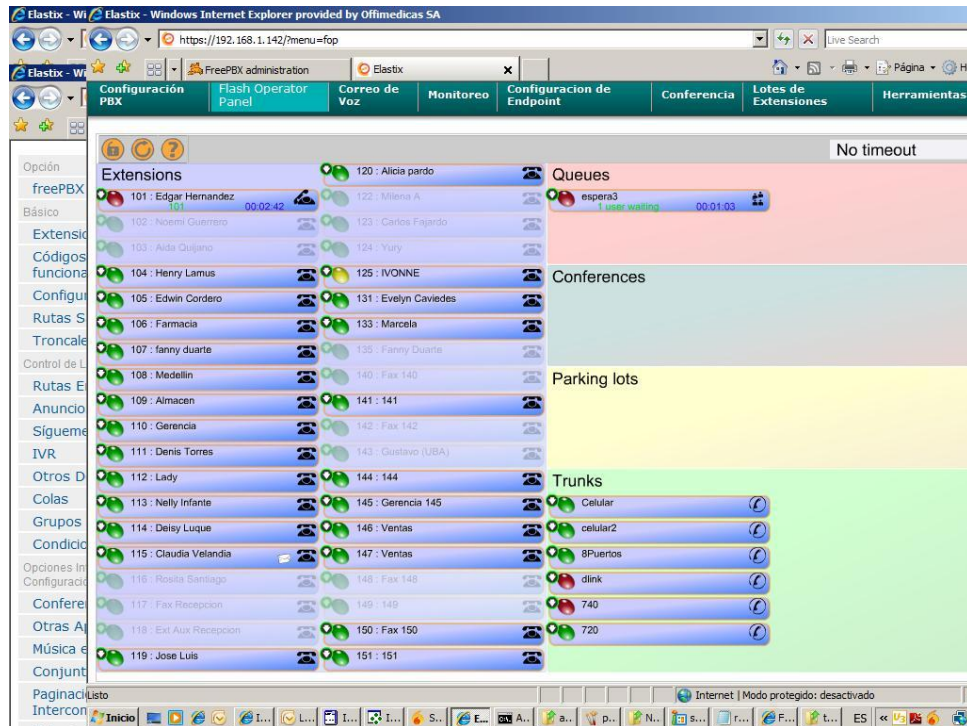
Eliminar	Tipo	Archivo	Nombre de Compañía	Fax de Compañía	Fax Destino	Fecha de Fax	Opciones
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003097.pdf	MARTHA LUCENA MANRIQUE CALDERON J EMES SOLUCIONES	6306006	Fax General - 180	2010-04-30 10:31:23	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003096.pdf	IVONNE	125	Fax General - 180	2010-04-30 09:58:11	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003095.pdf	1	6457766	Fax General - 180	2010-04-30 09:45:07	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003094.pdf	1	6432714	Fax General - 180	2010-04-30 09:28:30	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003093.pdf	A M Velez	7564764 descargado	Fax General - 180	2010-04-30 09:25:59	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003092.pdf	MARTHA LUCENA MANRIQUE CALDERON J EMES SOLUCIONES	6306006 DESCARGADO	Fax General - 180	2010-04-30 09:21:49	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003091.pdf	COMPRASFOSCAL	6384805- DESCARGADO	Fax General - 180	2010-04-30 09:16:47	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003090.pdf	1	6573266	Fax General - 180	2010-04-30 08:44:01	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003089.pdf	Monsalud Barbosa-velez	7481389 descargado	Fax General - 180	2010-04-29 19:01:56	Ed
<input type="checkbox"/>	Recibido	fax000003088.pdf	A M BARBOSA	7484687 descargado	Fax General - 180	2010-04-29 17:34:35	Ed

A partir de esta interfaz los usuarios pueden descargar los fax a los equipos clientes en formato PDF lo y determinar cuáles requieren imprimir o no, ahorrando costos de papel y reduciendo el impacto ambiental.

3.2.8 Control total sobre las llamadas. Otra de las características de un PBX IP es que permite el control total sobre las llamadas tanto salientes como entrantes, es decir se puede monitorear, grabar, escuchar las llamadas al aire controlar por medio de contraseñas las llamadas salientes, y llevar las llamadas entrantes a destinos predefinidos si así se requiere entre otras funcionalidades, Elastix permite lograr todo esto si se configura para tal fin, si lo que se desea es hacer un monitoreo a flujo de llamadas en un momento predeterminado cuenta con una funcionalidad llamada FOP por sus siglas en ingles Flash Operator Panel, el FOP es una interfaz interactiva dentro del administrador WEB de Elastix, este nos muestra gráficamente, las llamadas activas con su respectiva duración, y el estado de todas las extensiones, si están activas o desconectadas así como si el usuario tiene algún buzón de voz que no haya revisado.

La figura 29 muestra el FOP, sobre un escenario de comunicación real en el que hay llamadas en curso.

Figura 29. Flash Operator Panel



Se observa entre otras cosas que el usuario de la extensión 101 tiene establecida una llamada con un tiempo de 2 minutos y 42 segundos al momento de tomar la imagen, el usuario de la extensión 115 tiene uno o varios mensajes en su buzón de voz, los cuales no ha revisado, la extensión 125 se encuentra desconectada, este sistema de monitoreo se actualiza en tiempo real es decir que mientras se está monitoreando se pueden observar todas las actividades de las líneas telefónicas tan pronto como suceden físicamente son reflejadas en el panel.

La grabación de llamadas también hace parte del control de las mismas, para ello se configura en cada extensión si se graban o no las llamadas entrantes y salientes, si el flujo de llamadas es alto y se pretenden grabar todas se debe tener especial cuidado con el espacio en disco del servidor, ya que puede saturar el mismo impidiendo su correcta funcionalidad, por defecto las grabaciones son

guardadas en el directorio de Linux /var/spool/asterisk/monitor. Las grabaciones se pueden revisar directamente desde este directorio o desde la interfaz WEB de Elastix donde se puede filtrar por fecha para facilitar la búsqueda.

Además de la grabación de llamadas Elastix permite generar reportes que muestran todas las llamadas hechas por una extensión determinada o por todas las extensiones, así como todas las llamadas entrantes de determinado número o todas las llamadas entrantes en alguna fecha específica esto permite conocer el flujo de llamadas, pero no solo esto, también en este reporte indica si la llamada fue contestada o no y su duración total, es un reporte completo que permite sacar todos los datos que la organización requiera.

CONCLUSIONES

Esta investigación, permitirán a los interesados en el campo de las telecomunicaciones, conocer los beneficios que se pueden obtener en las organizaciones de hoy en día al implementar soluciones de telefonía IP de código abierto. Así mismo, el presente documento ofrece una visión del uso de la telefonía IP para aquellas empresas que no desean optar por una implementación totalmente comercial, y desean tener una solución eficiente que les permita obtener múltiples beneficios, contando con una telefonía de alta calidad, integrada a su red de datos.

La telefonía IP presenta grandes ventajas con respecto a la telefonía convencional, permitiendo obtener valores agregados sin incurrir en mayores costos. Existe gran cantidad de soluciones de telefonía IP, tanto comerciales como de software libre, siendo necesario presentar los grandes beneficios que se pueden obtener al realizar implementaciones que no involucran componentes de software comercial, utilizando así mismo equipos con una buena relación costo beneficio.

La implementación de un PBX-IP, permitirá a la infraestructura tecnológica de las organizaciones utilizar la opción de servicios de valor agregado, dependiendo de las necesidades de las organizaciones. Este tipo de telefonía adicionalmente reduce de manera considerable los costos de mantenimiento y de funcionamiento, debido que las empresas hacen uso de sus actuales canales de transmisión de datos enviando faxes o establecer teleconferencias; así aprovechando todo el ancho de banda disponible en el canal.

En los anexos se elaboró una guía resumen con los pasos más importantes para la implementación de un PBX-IP.

BIBLIOGRAFIA

ASTERISK, Guía de Instalación y Configuración 2010 [en línea].
<http://www.slackware.cl/files/slackware-asterisk.pdf> [Citado 11 de Junio de 2010].

ASTERISK COLOMBIA, Tarjetas para Asterisk 2009 – 2010 [en línea].
<http://www.asteriskcolombia.org/category/documentacion/tarjetas/> [Citado 13 de Junio de 2010].

CISCO SYSTEMS. Guía del primer año CCNA 1 y 2. Tercera edición, Madrid, España: Pearson Educacion S.A, 2005. 974p.

ELASTIX CONNECTION, OpenFire with MYSQL 2008 - 2010 [en línea].
http://www.elastixconnection.com/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=80 [Citado 7 de Junio de 2010].

GONCALVES, Flavio. Configuration Guide for Asterisk PBX. BookSurge Publishing, 2007. 296p.

IGNITE REALTIME, OPENFIRE Intallation Guide 2010 [en línea].
<http://www.igniterealtime.org/builds/openfire/docs/latest/documentation/install-guide.html> [Citado 9 de Junio de 2010].

IRONTEC, Voz Sobre IP y Asterisk 2006 -2010 [en línea].
<http://documentacion.irontec.com/cursoAsteriskVozIP-1-introduccion-SIP.pdf>
[Citado el 25 de junio de 2010].

LANDIVAR, Edgar. Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I. Ecuador: Palo Santo Solutions, 2008. 256p.

MCDYSAN , David. Telecommunications, QoS & Traffic Management in IP & ATM Networks. New York: McGraw-Hill, 2000. 480p.

MEGGELEN, Jim Van y MADSEND Leif. Telecommunication, Asterisk the future of telephony. O'Reilly Media, 2005. 408p.

MUÑOZ, Alfio. Elastix al ritmo de merengue. Alfio Muñoz. 2009. 310p.

PALO SANTO SOLUTIONS, ELASTIX, Información del Producto 2010 [en línea] <http://www.elastix.org/es/informacion-del-producto/informacion.html> [Citado 9 de Junio de 2010].

_____ ELASTIX, Manual del Usuario en Español 2010 [en línea]. http://ufpr.dl.sourceforge.net/project/elastix/Tutorials_Docs_Manuals/User%20Manual%200.9-alpha%20%28Spanish%29/Elastix_User_Manual_Spanish_0.9-alpha.pdf [Citado 9 de Junio de 2010].

SHARIF, Ben. Elastix whit out Tears. The ICT serial following The Elastix IPBX Distribution Development, 2008. 299p.

VOIP ORG., Whitepapers. SIP Configuration. 2009 [en línea] <http://www.voip.org/digium/asterisk/> Citado [20 Junio de 2010].

ANEXOS

Esta monografía busca ser una fuente de conocimiento útil a los usuarios interesados en este tipo de implementación de PBX IP, así mismo como facilitar el desarrollo y el montaje en un entorno empresarial, es por ello que se presenta como complemento al documento la siguiente guía de PBX basado en telefonía IP, con prestación de servicios de valor agregado, en entornos empresariales.

La siguiente es una guía para instalación y puesta en marcha de UN PBX IP usando la plataforma ELASTIX en un ambiente empresarial, mostrando sus servicios de valor agregado con respecto a la telefonía convencional.

Paso 1. Determinar el tamaño del sistema dependiendo de la necesidad de la organización.

Aquí se debe definir el número de extensiones internas que se desea tener así como el número de líneas entrantes y salientes para la comunicación por fuera de la empresa. Esto determinara las necesidades de hardware y el alcance de nuestro esquema.

Paso 2. Determinar el Hardware a usar en el servidor.

Dependiendo del tamaño del sistema a implementar se debe tener en cuenta las siguientes configuraciones mínimas con respecto al procesador y memoria RAM la máquina servidor.

- ❖ Para sistemas de prueba o mínimos, que no requieran más de 5 usuarios, puede implementarse con un procesador 486, 586, 686 con una frecuencia mínima de 400 MHz y 256 Mb de RAM.
- ❖ Para sistemas SOHO (small office/ home office), para usuarios de 5 a 10 requiere un procesador de 1 GHz con 512 de RAM como mínimo.
- ❖ Pequeña y mediana empresa, que aproximadamente se utiliza con 25 usuarios, se puede implementar con un procesador de 3 GHz y con 1 Gb de RAM.
- ❖ Para sistemas grandes que es aproximadamente de 30 usuarios en adelante, se requiere un procesador de múltiples núcleos, con memoria RAM superior a 4 Gb; debido a su alta capacidad de procesamiento y demanda en memoria.

Por tratarse de una guía de implementación a nivel de empresa el esquema propuesto estará catalogado como de Pequeña y Mediana empresa y exactamente tendrá las 25 extensiones máximas posibles en esta categoría. Por lo tanto se debe tener en cuenta el mínimo de Procesador y RAM recomendados en la tabla.

El PBX de telefonía IP se configurara a partir de un Gateway por lo cual el servidor debe contar con una tarjeta de red adecuada, se recomienda como mínimo una a 100 Mbps y una Unidad de CD para la instalación de Elastix.

Paso 3. Determinar los otros componentes de Hardware.

Como se trata de un esquema de 25 extensiones se deben tener los siguientes elementos de hardware mostrados en la siguiente tabla además del servidor.

En el ejemplo propuesto de 25 conexiones, se necesitó la cantidad de dispositivos a utilizar antes mencionados en la tabla 7.

Los dispositivos que se utilizan son:

- ❖ 5 Módulos para conectar el teléfono análogo a la red telefonía IP.
- ❖ 1 Gateway con características FXO para la transición de las líneas analógicas al PBX IP.
- ❖ 1 servidor donde estará instalado el sistema con capacidades tanto de procesamiento, memoria, y almacenamiento suficientes como fueron mostrados en la tabla 7.
- ❖ 10 teléfonos IP.
- ❖ 5 Teléfonos Analógicos convencionales.

La marca especificada es simplemente una referencia para tener en cuenta en el mercado, se puede usar cualquier otra marca que cumpla con las funcionalidades requeridas. Entre otras Grandstream y LINKSYS.

Una vez se tiene todo el hardware se procede a montar el PBX – IP.

Paso 4. Instalación de Elastix.

La imagen del CD de Elastix debe ser descargada del siguiente LINK:
<http://sourceforge.net/projects/elastix/files/Elastix%20PBX%20Appliance%20Software/>

O en el sitio Oficial de Elastix (www.elastix.net) donde se podrá encontrar todas las versiones disponibles de la plataforma.

La imagen descargada debe ser quemada en un CD, al insertarlo en la unidad óptica del servidor se debe arrancar nuevamente la maquina boteada con por medio de CD la instalación de Elastix deberá comenzar automáticamente.

Para más detalles vaya al numeral *1.6.3 Instalación del software Elastix*.

Paso 5. Ejemplo configuración del Gateway DVG6004S.

Véase numeral *3.2.4 Configuración del Gateway*.

Paso 6. Habilitación del servidor para el acceso vía WEB.

EL servidor donde se ha instalado Elastix debe configurarse para que sea posible el acceso vía WEB desde otro equipo de cómputo perteneciente a la misma red LAN. Véase numeral *3.2.5 Configuración de Elastix*.

Paso 7. Configuración del PBX vía WEB.

Una vez habilitado el servidor para el acceso WEB se puede ingresar desde otro equipo por este medio. Véase numeral *3.2.6 Configuración del PBX vía WEB*, para configurar adecuadamente el servidor de acuerdo con las necesidades del sistema planteado.

Paso 8. Instalar y habilitar los servicios de valor agregado.

Por último, el PBX IP permite la instalación de servicios de valor agregado en este caso específicamente se hace referencia a 3 servicios los cuales son:

- ✓ Fax Virtual.
- ✓ Mensajería Instantánea.
- ✓ Control total sobre las llamadas.

Véase *3.2.7 Servicios de valor agregado*, en ese numeral se le indicara como instalar y configurar cada uno de los servicios.

En este punto ya se encuentra el PBX IP configurado y habilitado para ser usado.