

SISTEMA DE TELEFONIA IP PARA MICRO EMPRESAS CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE

EFRAIN ROMERO GONZALEZ

ERNESTO TORRES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C

2009

SISTEMA DE TELEFONIA IP PARA MICRO EMPRESAS CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE

EFRAIN ROMERO GONZALEZ

ERNESTO TORRES

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Director

ISAAC ZÚÑIGA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C

2009

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D.T y C, Septiembre 01 de 2009

Dedicamos la culminación de este logro

A Dios por habernos dado el soplo de vida y la oportunidad de caminar estas tierras en estos tiempos, la fuerza y energía de seguir adelante y nunca desfallecer.

A nuestros padres, hermanos y familiares por siempre haber estado ahí siendo esa piedra angular que nos sirvió de apoyo y aun en los momentos nos dieron una voz de aliento para seguir adelante.

A todos nuestros profesores y tutores que compartieron con nosotros la chispa del conocimiento y que fueron capaces de poner por delante los intereses de sus estudiantes antes de los propios.

A todos, con un deseo de gratitud inmenso, mil y mil gracias,

Ernesto y Efraín

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

A los integrantes de Ferro industria / Fml Esteban-Romero por su interés en la prueba del proyecto y piloto y por su apoyo en las pruebas del sistema y retroalimentación.

Karim Romero, por sus valiosos aportes y orientación.

Isaac Zúñiga, Ingeniero de Sistemas, por su asesoría constante y motivación.

Cartagena de Indias, 6 de Noviembre de 2009

Señores,

Universidad Tecnológica de Bolívar

Facultad de Ingeniería de Sistemas

ATN: ING. GIOVANNY VASQUEZ

Decano Facultad

Ciudad

Respetados Señores

Comendidamente nos dirigimos a usted con el fin de presentar a consideración para su estudio y aprobación el trabajo de grado titulado “Sistemas de Telefonía IP Para Micro Empresas Con herramientas Open Source”, con el fin de optar el título de Ingeniero de sistemas.

Atentamente,

ERNESTO TORRES VANEGAS

EFRAIN ROMERO GONZALEZ

REGLAMENTO ACADEMICO

(ARTICULO 105)

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grados aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Comparación IP-PBX.....	38
----------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 0 Screenshot PBX	5
Figura 1 Arquitectura General IP-PBX	7
Figura 2 Screenshot FreePBX	18
Figura 3 Screenshot SipXecs	21
Figura 4 Paso 1 Instalacion Asterisk	34
Figura 5 Paso 2 Instalacion Asterisk	35
Figura 6 Paso 3 Instalacion Asterisk	36
Figura 7 Paso 4 Instalacion Asterisk	36
Figura 8 Paso 5 Instalacion Asterisk	37
Figura 9 Paso 6 Instalacion Asterisk	37
Figura 10 Paso 7 Instalacion Asterisk	38
Figura 11 Paso 8 Instalacion Asterisk	38
Figura 12 Paso 9 Instalacion Asterisk	39
Figura 13 Paso 10 Instalacion Asterisk	39
Figura 14 Paso 11 Instalacion Asterisk	40
Figura 15 Paso 12 Instalacion Asterisk	40
Figura 16 Configuracion Cliente SIP	49
Figura 17 Datos Configuracion Cliente SIP.....	50
Figura 18 Estado Registrado Cliente SIP	51
Figura 19 Estado Fallido Cliente SIP	51
Figura 20 Tarjeta 1 Puerto	53
Figura 21 Tarjeta 4 Puertos.....	54
Figura 22 Tarjeta 8 Puertos.....	55
Figura 23 Tarjeta 12 Puertos.....	56
Figura 24 PAP Linksys	58
Figura 25 SPA Linksys.....	59
Figura 26 SPA Innomedia.....	60
Figura 27 Telefono IP.....	61
Figura 28 Telefono IP Linksys.....	61
Figura 29 Agregar Usuario FreePBX	62
Figura 30 Crear Extension FreePBX	63
Figura 31 Crear Extension SIP p2.....	64
Figura 32 Crear Extension SIP p3.....	65
Figura 33 Edicion Extensiones FreePBX.....	66
Figura 34 Definicion Trunks	67
Figura 35 Edicion Trunks.....	68

Figura 36 Definicion Outbount-Rules 69

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
GENERAL	3
ESPECIFICOS	3
MARCO TEORICO.....	4
SISTEMAS DE TELEFONIA	4
DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE TELEFONIA	5
SERVICIOS ADICIONALES.....	7
SITEMAS OPEN SOURCE.....	10
Introducción ¿Qué son?.....	10
OPEN SOURCE	10
SISTEMAS DE TELEFONIA	11
CARACTERISTICAS Y GENERALIDADES.	12
CARACTERISTICAS DIFERENTES PROYECTOS OPEN SOURCE	16
Generalidades	16
FreePBX.....	17
GNU Bayonne	19
SipXecs.....	20
Asterisk	21
Trixbox	22
COMPARACION FUNCIONAL SISTEMAS DE TELEFONIA.....	24
Futuro	26
Windows VS LINUX (Ventajas y Desventajas).....	28
Hardware para SOFT-PBX	29
SISTEMA DE TELEFONIA IP UTILIZANDO ASTERISKNOW.....	31
Requerimientos del Sistema.....	31
HARDWARE	31

SOFTWARE	32
Plan de Implementación Sistema de Telefonía.	33
PRIMER ARRANQUE ASTERISK NOW	40
CONFIGURACION ASTERISK NOW	41
CONFIGURACION SIP.CONF	41
CONFIGURACION DE VOICEMAIL.CONF	47
INSTALACION Y CONFIGURACION DE UN SOFTPHONE.....	49
INVERSIONES ADICIONALES	52
TARJETAS:.....	52
Tarjetas para telefonía IP de 1 Puerto.....	52
Tarjetas para telefonía IP de 4 Puertos.....	53
Tarjetas para telefonía IP de 8 Puertos (FXO/FXS).....	54
Tarjetas para telefonía IP de 12 Puertos	55
SERVICIO VO-IP:	56
ADAPTADORES PARA VO-IP:	57
Linksys PAP 2 Adaptador 2 puertos FXS:	57
Linksys SPA3102 Router + 1 Puerto VoIP FXS + 1 FXO).....	58
Innomedia Router + 2 Puertos FXS + Envío de Fax + Llamada Tripartita	59
TELEFONOS IP	60
Teléfono IP ref. VIP-154PT.....	60
CISCO SMALL BUSINESS PRO SPA-921.....	61
Funciones del usuario y administrador.....	62
Creación de Roles Administrativos.....	62
Creación de Extensiones.....	63
Edición / Borrado de Extensiones	65
Definición de Trunks	66
Definición de Outbound Routes	69
Opiniones (satisfacción del usuario).....	70
Futuro.....	71
CASOS IMPLEMENTADOS.....	72
Fml Romero-Estaban	72

CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFIA.....	78
ANEXO A. GPL V2.....	80
ANEXO B . LGPL v3.....	89

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. GPL v2.....	87
Anexo B. LGPL v3.....	95

GLOSARIO

PBX: private branch Exchange; Es una central telefónica secundaria privada. Es cualquier sistema de telefonía encargado de gestionar tanto llamadas que proceden de líneas externas como internas.

IVR: interactive voice response; Es un sistema de telefonía capaz de entregar información de forma automatizada por medio de líneas telefónicas.

VoIP: voice over ip; Es un protocolo de internet orientado a transferir información de voz sobre la internet.

SIP: session initiation protocol; Protocolo de comunicaciones diseñado para ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones.

IPX: internetwork packet exchange; Protocolo de la capa de red encargado de transferir datos desde el servidor hasta las aplicaciones en las estaciones de trabajo.

IP: internet protocol; Es un protocolo usado para la comunicación de datos a través de una red.

FXS: foreign exchange station; Es el conector que nos permite conectar un teléfono analógico estándar.

FXO: foreign exchange office; Es un dispositivo que se conecta a un computador y gracias a un software especial permiten a los computadores actuar como PBX.

H.323: definición de protocolos de comunicación audiovisual para proveer sesiones sobre paquetes de red.

IAX: inter-asterisk exchange protocol; Es uno de los protocolos usados por el software Asterisk para manejar conexiones VoIP.

MGCP: media gateway control protocol; Es un protocolo de control de dispositivos interno a la solución VoIP que se diferencia por ser tipo cliente-servidor.

BSD: Berkeley Software Distribution; Es un sistema operativo derivado de Unix nacidos a partir de los aportes realizados por la universidad de Berkeley.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es demostrar la viabilidad de implementar un sistema de telefonía tipo PBX avanzado utilizando solo herramientas open source. Para llegar a esto se presenta un prototipo de implementación que estudia las tecnologías disponibles y plantea una aplicación sobre ambientes abiertos. El proyecto arranca definiendo cuales son los sistemas de telefonía actuales y las tecnologías que los rodean. Una vez las bases teóricas están claras se evalúan las diferentes alternativas y se documenta toda la información necesaria para la implementación de dicho sistema. En el desarrollo de este proyecto se validó que la tecnología fuera lo suficientemente madura y estuviera al alcance de el usuario común y se realizaron pruebas para validar el funcionamiento de estas. Adicionalmente el documento revisa las experiencias de una implementación y cuáles son las consideraciones adicionales que se deben tener en cuenta al decidir si este tipo de soluciones es la indicada.

INTRODUCCION

En las condiciones socioeconómicas del país las microempresas de toda Colombia se ven enfrentadas a múltiples retos para seguir compitiendo en el mercado comercial. Estos retos incluyen problemas de financiación, dificultad para penetrar un mercado dominado por las grandes multinacionales, entre otros. Adicionalmente, estas empresas que tienen como común denominador recursos limitados y tienen otros problemas internos como la falta de herramientas que les permitan capturar mejores mercados y a su vez mantener comunicaciones estrechas con sus clientes.

Actualmente existen herramientas que permiten a las empresas una mejor interacción con sus clientes y departamentos internos. Sistemas de voz y datos que han convertido al mundo en un lugar más pequeño y han permitido que ciertos contactos que antes llevaban una gran cantidad de tiempo sean instantáneos o casi. El teléfono es uno de estos y se ha convertido en un pilar en el mundo de los negocios. Ya no es necesario ir donde el cliente o esperar que el ciclo de correo se completara para obtener respuestas. Sobre este pilar se han construido una cantidad de servicios que hacen más competitivas a las empresas, servicios de PBX, IVR, FAX, etc. Los cuales en la mayoría de las situaciones son generalmente privativas y tienen costos muy elevados para una empresa que lucha por sobrevivir.

En el contexto de las herramientas uno de los principales elementos con que cuentan las empresas es la telefonía. La mayoría de las micro empresas dada su capacidad comercial están restringidos a tener una sola línea telefónica la cual debe ser utilizada no solo para atender a los clientes sino también para negociar con sus proveedores, faxes, etc. Adicionalmente al no contar con la infraestructura ni con los recursos para tener un sistema de

telefonía interna, no cuentan con extensiones para conversar entre departamentos y todas las comunicaciones internas implican a los empleados desplazarse físicamente de un lado a otro.

Si bien es cierto que muchas compañías operan de este modo y pueden seguirlo haciendo, cuánto tiempo se pierde en el desplazamiento de un sitio a otro. O cuantos clientes se pierden por tratar de contactar con la compañía y la línea telefónica está ocupada?

Es claro que debido a esto las microempresas tienen una gran desventaja en el mercado comercial y se hace necesario encontrar la manera de hacerlas más competitivas de una forma que sea económicamente factible para ellas.

Se hace necesario encontrar una solución a esta problemática, brindando a estas microempresas herramientas que les permitan explotar la funcionalidad que los sistemas telefónicos complejos le ofrecen a empresas más grandes. Adicionalmente esta solución debe tener un costo mínimo de implantación y mantenimiento lo cual permitirá que una empresa de recursos limitados lo pueda utilizar.

El siguiente documento busca mediante la aplicación de los conceptos básicos y paradigmas de la Ingeniería de Sistemas, evaluar las características, funciones y conceptos necesarios para la correcta implementación de un sistema de telefonía con el fin de obtener los beneficios que este tipo de software le traen a empresas relativamente grandes; esto le permitiría a las microempresas ser más competitivas. Dicho beneficio incluiría un incremento en las capacidades de telecomunicaciones de la empresa. Adicionalmente, le permitiría a la empresa automatizar servicios de mensajería de voz para sus empleados, conferencias e inclusive automatizar por medio de IVR ciertas tareas de recepción y procesamiento de información.

OBJETIVOS

GENERAL

Adecuar o adaptar un sistema de telefonías convencional y VOIP utilizando herramientas open source para ofrecer funcionalidad avanzada a empresas de recursos limitados

ESPECIFICOS

Analizar las características de los diferentes sistemas de telefonía Open Source disponibles en el mercado.

Identificar las características funcionales necesarias para un sistema de telefonía para microempresas.

Identificar los requisitos mínimos de hardware y software necesarios para un sistema de telefonía basado en herramientas open source.

Seleccionar el sistema de telefonía Open Source que ofrezca mayores beneficios y a su vez permita su instalación y mantenimiento en empresas de recursos limitados.

Diseñar un plan de implementación que permita la puesta en producción de todo el sistema de telefonía.

Determinar y optimizar el valor de la inversión necesaria para la puesta en producción del sistema.

MARCO TEORICO

SISTEMAS DE TELEFONIA

El concepto de PBX no es nuevo en la industria. Existen varias empresas que ofrecen equipos capaces de desempeñar estas funciones como Alcatel, Cisco, Ericsson, Fujitsu, LG, NEC, Nortel, Panasonic, Samsung, Siemens AG, etc. Sin embargo, todos estos equipos tienen algo en común; son de uso exclusivo de cada empresa que lo ofrece y costosas. Es decir la mayoría están fuera del alcance de las microempresas.

Actualmente existen productos que ofrecen una variedad de características entre las que más resaltan correo de voz, conferencias, distribución automática de llamadas y Interactive voice response (audio respuesta). Usualmente toda esta funcionalidad esta embebida en equipos especializados para este tipo de tareas.

Finalmente se encuentran las soluciones de SoftPBX Open Source. Las cuales son soluciones creadas y han sido "liberadas" bajo licencias que permiten y promueven la participación de diferentes comunidades. Este tipo de software emula la funcionalidad del hardware dedicado y trae esta funcionalidad al software, que en conjunto con unas tarjetas especiales brindan todas las características de un PBX a un costo significativamente menor

Bajo este esquema han nacido múltiples proyectos que han llegado a un estado en el cual pueden proveer toda la funcionalidad que un PBX convencional brinda e inclusive otras más. Algunas de estas soluciones son: FreePBX, GNU Bayonne, sipXecs, trixbox y Asterisk

DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE TELEFONIA

Private Branch Exchange (PBX): También conocidos como Private Automatic Branch Exchange (PABX), un PBX es un sistema de telefonía que una empresa tiene en sus premisas que hace el cambio entre las líneas externas y privadas de la compañía permitiendo de esta manera que se comparta el número limitado de líneas externas.

Los sistemas de PBX son de propiedad y operados por las empresas que los suministran y no por las compañías de teléfonos. Las extensiones privadas originalmente utilizaban tecnología analógica, pero en la actualidad la gran mayoría de los PBX permiten el uso de tecnología digital. Esto hace que la señal digital sea convertida a analógica para la salida externa utilizando el circuito de las compañías de teléfono.

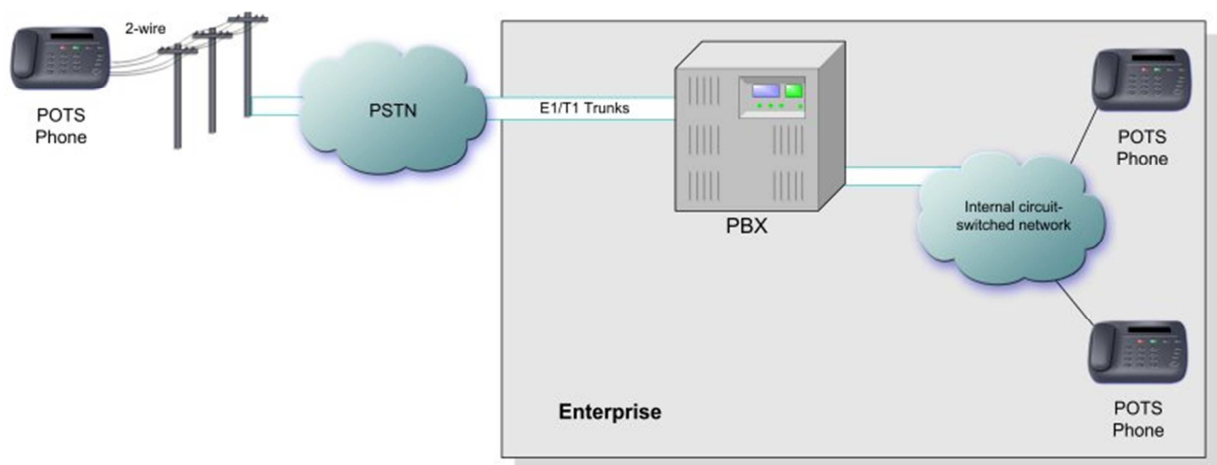


Figura 0 Screenshot PBX

Un PBX incluye: Múltiples líneas telefónicas, un computador con memoria que maneja el switching de las llamadas entre el PBX y los circuitos externos

y una red de líneas internas al PBX. Adicionalmente existe una consola que permite administrar este sistema. Sistemas avanzados de PBX incluyen características de dispositivos de Audio texto como son distribuidores de llamadas y sistemas de IVR.

Muchas estaciones de PBX tienen una pantalla de LCD que puede desplegar texto ASCII. La información que es desplegada depende de las características y de las capacidades del switch. La información puede incluir ID de llamada, estado de los teléfonos, tiempo de llamadas, nombre de la extensión, numero de mensajes en espera. Con una tarjeta integradora de PBX esta información puede ser pasada a otros sistemas para su procesamiento.^{1 2}

IP Private Branch Exchange (IP-PBX): Recientemente apareció la idea de IP-PBX. Estas son maquinas que permiten la conexión de teléfonos y faxes IP y están conectados por interfaces Ethernet a un Gateway.

Varias compañías comenzaron el desarrollo de hardware y software que pudiera engañar a un PBX para que viera el Internet como una serie de teléfonos regularse mediante la cual pudiera hacer y recibir llamadas. Estos canales IP se comportarían de manera similar a canales análogos ordinarios con la excepción de que convertirían la voz a datos comprimidos que luego se transmitirían a través de TCP/IP. Al juntar estos dispositivos con un PBX se podrían hacer y recibir llamadas por Internet de la misma manera que un teléfono regular lo hace.

¹ Grigonis, Richard. "Chapter P - PABX—Pulse Code Modulation (PCM)". Computer Telephony Encyclopedia. CMP Books. © 2000.

² Peterson, Kerstin. "Chapter 9 - Private Branch Exchange (PBX)". Business Telecom Systems: A Guide to Choosing the Best Technologies and Services. CMP Books. © 2000.

Últimamente ha habido mucha actividad y muchos anuncios con respecto a la aparición de dispositivos reales IP-PBX que se diferencian de PBX basados en servidores. Poco a poco se ve la transición de las comunicaciones análogas a IP. Algunas de las empresas con más presencia en este mercado son CISCO, Lucent, Nortel y Ericsson.^{3 4}

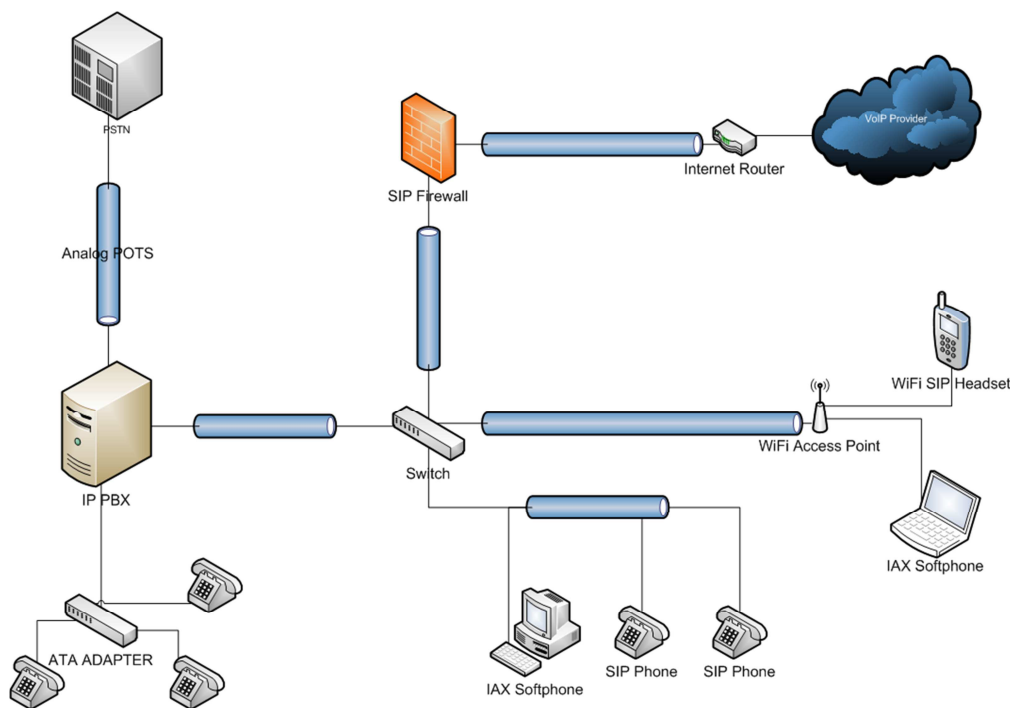


Figura 1 Arquitectura General IP-PBX

SERVICIOS ADICIONALES

Voz sobre IP (Voice Over IP): es un protocolo optimizado para la transmisión de voz a través del Internet u otros tipos de redes IP. VoIP permite a sus usuarios hacer llamadas a teléfonos regulares mediante el uso

³Abrahams, John R., and Mauro Lollo. "Chapter 4 - IP-PBX Systems and Applications". Centrex or PBX: The Impact of IP. Artech House. © 2003

⁴Grigonis, Richard. "Chapter I - IMCCA—IVR". Computer Telephony Encyclopedia. CMP Books. © 2000.

de un proveedor de Internet (ISP) esto permite a un usuario evitar gastos de larga distancia. Este último concepto también es conocido como telefonía IP.

Los sistemas VoIP toman señales de audio digital que típicamente están reducidos utilizando técnicas de compresión y a su vez lo encapsulan en paquetes de datos que son transmitidos sobre redes IP.

Las llamadas hechas por VoIP no necesariamente tienen que ser dirigidas hacia otro usuario de VoIP estas llamadas también pueden ser enrutadas a dispositivos conectados a los circuitos PSTN.⁵

Session Initiation Protocol (SIP): es un protocolo codificado como texto basado en elementos de HTTP y SMTP. SIP fue desarrollado por la IETF como parte de la arquitectura para conferencias multimedia por Internet. Como su nombre lo indica la función principal de SIP es comenzar una sesión, pero también tiene otros usos y funciones importantes como notificación y mensajes cortos. SIP es usado para comunicaciones peer-to-peer. Es decir para aquellos en el que ambas partes involucradas en la llamada son considerados iguales. Sin embargo SIP, usa un modelo transaccional similar al de cliente-servidor de HTTP.⁶

IVR: es un aplicativo que es capaz de entender tonos (DTMF) y actuar. Estos tonos son usados como números de entrada, para hacer selecciones de menús, contestar si o no, o inclusive deletrear ciertas palabras o nombres. Una vez el sistema entiende la entrada de él usuarios es capaz de

⁵ Minoli, Daniel. "Chapter 2 - Basic VoP/VoIP Concepts". Voice Over IPv6: Architectures for Next Generation VoIP Networks. Newnes. © 2006.

⁶ Porter, Thomas. "Chapter 6 - SIP Architecture". Practical VoIP Security. Syngress Publishing. © 2006.

proveer respuestas apropiadas en la forma de mensajes de voz, faxes, correos electrónicos, etc. La idea general es la de automatizar de alguna manera el acceso a cierta información.

Un sistema de IVR es capaz de brindar servicio 24/7 a un grupo de usuarios interesados en una cierta información utilizando como único recurso un teléfono de tonos y sin la necesidad de un intermediario humano.

Ejemplos de IVR son los sistemas de audio respuesta utilizados por bancos y telcos para brindar a sus usuarios información acerca de sus cuentas.⁷

⁷ Grigonis, Richard. "Chapter I - IMCCA—IVR". Computer Telephony Encyclopedia. CMP Books. © 2000.

SISTEMAS OPEN SOURCE

Introducción ¿Qué son?

Antes que empezar a mirar los diferentes sistemas de telefonía, es necesario entender que es OPEN SOURCE y que ventajas o restricciones nos puede traer.

OPEN SOURCE

La corriente "open source" (código abierto) actualmente es una cultura muy fuerte que busca cambiar los paradigmas de la tecnología propietaria y cerrada. La idea principal se basa en que se pueden tener avances más rápidos en la tecnología si se pueden integrar ideas de diversas fuentes sin que haya una camisa de fuerza, lo que permite un mayor nivel de flexibilidad a la hora de que las partes puedan colaborar entre ellas.

Si bien es cierto que el concepto de "open source" se basa en la libertad, muchas personas tienden a pensar que esto es el precio. El hecho que el software sea libre, no necesariamente quiere decir que sea gratis; aunque en muchos casos lo es. Muchas licencias de software libre no prohíben la distribución del software por un valor. Sin embargo si prohíben que se pongan restricciones sobre cómo se usa o se modifica el producto.

Las "libertades" básicas que promueve el software libre son:

1. Libertad para ejecutar el software, para cualquier propósito

2. Libertad para estudiar cómo trabaja el software y adaptarlo a las necesidades del usuario
3. Libertad para redistribuir copias para ayudar al vecino.
4. Libertad para mejorar el software y distribuir las mejoras al público para que toda la comunidad se beneficie.

Sobre estos cuatro pilares, descansa toda la ideología OPEN SOURCE y es por lo cual se convierte en una herramienta perfecta para desarrollar soluciones para segmentos del mercado que tienen recursos más limitados y que le permite adquirir productos que los puedan hacer más competitivos y a la vez continuar el ciclo de mejoramiento continuo que permite retribuir a la comunidad en general.

SISTEMAS DE TELEFONIA

Apoyados sobre el concepto de OPEN SOURCE muchas comunidades se reunieron para suplir una necesidad que existe en el mercado, como son los sistemas SOFT PBX. De estas diferentes iniciativas nacieron proyectos importantes como ASTERISK y SipXecs que a su vez dieron permitieron el nacimiento de otros subproyectos derivados que buscaban en algunos casos satisfacer necesidades específicas y en otros casos simplemente simplificar temas de instalación o similares.

A continuación los detalles de los diferentes proyectos que se encuentran disponibles actualmente.

CARACTERISTICAS Y GENERALIDADES.

Un sistema PBX tiene tres funciones vitales:

- Permitir Llamadas entre 2 o más usuarios. (Esto incluye no solamente llamadas externas sino también la posibilidad de llamadas entre extensiones internas.)
- El sistema debe mantener la comunicación entre los puntos por el tiempo que lo requieran los usuarios
- Permitir la emisión de reportes que permitan el seguimiento de los consumos por línea o extension y de ser necesario permitan realizar un recobro.

Adicionalmente un sistema de PBX puede contar con cualquiera o todas de las siguientes funciones adicionales.⁸

Contestador Automático (IVR).

El contestador automático o IVR permite automatizar algunas tareas de recepción haciendo más eficiente el enrutamiento de llamadas sin tener que depender de una persona dedicada para esta tarea. Adicionalmente otras tareas sencillas se pueden realizar también por este método como sería por dar un ejemplo un sistema de seguimiento de envíos; donde el cliente digitaría el número de su guía y el sistema le podría responder el último evento que aplicara para su envío.

Llamada en espera.

⁸ PBX Features. Features [en línea]. < <http://pbxfeatures.com/>> [citado en 25 Marzo 2009]

El servicio de llamada en espera permite que un usuario del sistema pueda atender 2 llamadas al tiempo. Básicamente esta funcionalidad permite realizar un cambio entre las llamadas activas a una extensión.

Transferencia de Llamadas.

El servicio de transferencia de llamadas permite re direccionar una llamada en progreso de una extensión a otra. Esto permite que si una persona llamo por error a una extensión la persona que conteste pueda realizar la corrección de dicha falla.

Conferencias entre 3 o más usuarios.

Permite la participación de 3 o más usuarios en una sola llamada.

Bloqueo de Llamadas (DND – Do Not Disturb) .

El servicio de bloqueo de llamadas permite que se fijen horarios en los cuales un usuario no esté disponible para recibir llamadas de otras personas.

Buzón de Voz.

En el caso de que una persona no pueda contactar a la persona que está buscando el servicio de Buzón de Voz le permite depositar un mensaje que el usuario podrá recuperar cuando esté disponible.

Música en Espera.

Permite poner música ambiental como fondo de una llamada cuando se espera que la llamada sea atendida.

Redirección de Llamada en ausencia.

En caso de que el usuario este en modo DND esta funcionalidad permite redirigir automáticamente la llamada a otra persona que esté disponible o a el buzón de voz.

Redirección de Llamada en ocupado.

En caso de que el usuario ya esté recibiendo una llamada esta funcionalidad permite redirigir automáticamente la llamada a otra persona que esté disponible o al buzón de voz.

Marcado Rápido

Permite la creación de atajos para marcar números más largos Ex. (#1 => +57xxxxxxxxxxx)

Cola de Entrada

Permite que el sistema ponga todas las llamadas entrantes en una cola para ser atendidas por el recurso disponible para dicha cola.

Seguimiento

Permite que todas las llamadas que se marquen a una extensión sean automáticamente transferidas a otra extensión o número telefónico.

Código Contable

Permite el seguimiento de todas las llamadas que se hagan utilizando cierto código. Esta funcionalidad permite limitar y realizar un mayor seguimiento al consumo y utilización de los recursos.

Devolución de Llamada

Permite al usuario devolver una llamada apenas la línea telefónica esté disponible nuevamente.

Si bien es cierto que el corazón de un sistema de PBX es su habilidad de enrutar llamadas internas y externas es necesario tener en cuenta que una parte importante del valor agregado que este tipo de sistemas puede brindar son las características funcionales adicionales discutidas anteriormente.

CARACTERISTICAS DIFERENTES PROYECTOS OPEN SOURCE

Generalidades

Independientemente del proyecto que se esté evaluando las características básicas giran en torno a las premisas de facilidad de uso, robustez, escalabilidad, interoperabilidad entre otras.

Usabilidad: La usabilidad denota la facilidad que tiene un producto, herramienta o proceso para ser aplicado a una tarea o necesidad. Los sistemas Soft-PBX son usables ya que brindan funcionalidad avanzada a sus clientes sin entregar complejidad adicional al proceso, es decir que la implementación de una solución de este tipo no tiene un impacto negativo en el desarrollo de las tareas de estos ya que pueden continuar con sus procesos convencionales sin verse afectados. Adicionalmente las características adicionales son sencillas de aprender y aplicar.

Escalabilidad: La escalabilidad es uno de las características buscadas en la mayoría de sistemas críticos y de alto desempeño. Se entiende como un escalable un sistema que es capaz de mejorar su rendimiento al añadir capacidad. Podemos decir que los sistemas telefonía Soft-PBX en general son escalables ya que son capaces de crecer la cantidad de clientes que atienden y funcionalidad que brindan añadiendo módulos FXO/FXS y capacidad de computo. Adicionalmente no solamente pueden hacer SCALE-UP sino también SCALE-OUT (crecer las maquinas vs tener más maquinas) ya que se puede realizar el crecimiento de la infraestructura no solamente creciendo las maquinas como tal sino que es posible agregar más maquinas y distribuir las extensiones o funcionalidad entre ellas. Ex. Maquinas dedicadas para extensiones. Maquinas dedicadas para IVRs

Interoperabilidad: Entiéndase como la habilidad que tiene una solución de interactuar con múltiples sistemas, entidades y/o protocolos. Podemos afirmar que los sistemas de telefonía Soft-PBX son interoperables ya que todos son capaces de “comunicarse” con dispositivos legacy (teléfonos), líneas convencionales POTS, clientes software (Softphones) y capaces de utilizar diversos protocolos para comunicar los clientes como son IAX, SIP, H.323 y VoIP. Adicionalmente la arquitectura modular y constante desarrollo de estas soluciones nos garantizan que se ampliara la compatibilidad a nuevas tecnologías que puedan aparecer.

Robustez: Un sistema robusto es aquel que es capaz de soportar la carga convencional de su operación y estreses adicionales que se puedan presentar sin afectar la operación. En el caso de los sistemas Soft-PBX se pueden catalogar de robustos ya que pueden soportar daños sin afectar el total de la operación. Como ejemplo el hecho de que se presente un daño en una de los adaptadores FXS solo perjudicara a esta estación sin impactar perceptiblemente el resto de la operación. Si bien es cierto que la robustez de un sistema le permite seguir funcionando de manera degradada esto no quiere decir que no se deban tomar preventivas de contingencias.

FreePBX

Es una aplicación Web que brinda toda la funcionalidad de un PBX. Este software simplifica la tarea de instalación e implementación de un sistema PBX brindando funcionalidad pre-programada y una interfaz sencilla de utilizar que brinda la funcionalidad total de un PBX sin mayores inconvenientes.

Sus características básicas son:

- Número ilimitado de casillas de voz
- Conferencias
- Intercom y mensajería a teléfonos SIP
- Música en espera.
- Filas de llamadas

FreePBX está construido sobre un stack basado en Linux, Apache, Mysql, PHP y Asterisk. Además tiene un sistema modular que permite la instalación de plugins que amplían la funcionalidad del software.⁹



Figura 2. Screenshot FreePBX

⁹FREEPBX. About [en línea]. < <http://www.freepbx.org/about> > [citado en 24 Octubre 2008]

La versión estable actual de FreePBX es 2.5.1 siendo su próximo MileStone la versión 2.6 que contendrá ciertas mejoras en los módulos de localización y aprovisionamiento.

FreePBX esta licenciado bajo la GPL v2 (ver Anexo A)

GNU Bayonne

GNU Bayonne es el servidor de telefonía de GNU Telephony y el proyecto GNU. La versión actual de GNU Bayonne es la 2. Basada en la serie 1.5.x y actualmente soporta tanto los protocolos SIP, H.323 y Voicetronix. GNU Bayonne funciona en sistemas Linux de 32 y 64 Bits, BSD, Mac OS/X y Windows.

Este sistema permite la ejecución de scripts de IVR escritos en el lenguaje nativo de GNU Bayonne además el acceso, conversión y reproducción de audio desde URL's remotas. Adicionalmente también tiene funciones básicas de interconexión, detección de tonos y generación de DTMF que son necesarios para las funciones básicas de Gateway. Otra de sus características es la habilidad de operar como un Proxy SIP y de registrarse con dispositivos SIP externos, lo que permite que sea utilizado para la construcción de sistemas de telefonía y PBX. La versión de producción está integrada con Perl, python, php, C# y Java. ¹⁰

¹⁰ GNUTELEPHONY. GNU Telephony[en línea]. <http://www.gnutelephony.org/index.php/GNU_Telephony> [citado en 24 Octubre 2008]

La versión estable actual de GNU Bayonne es v2.3.4

GNU Bayonne esta licenciado bajo la GPL v2 (ver Anexo A)

SipXecs

SipXecs es una solución unificada de comunicaciones (IP PBX) desarrollada bajo el esquema open source caracterizado por su facilidad de usar y gran estabilidad. ¹¹

Características:

- Facilidad de Uso
- Administración Plug and Play
- Redundancia y escalabilidad
- Interoperabilidad: sipXecs respeta todos los estándares SIP
- Localización.
- Web Services, SOA, e integración IT. ¹²

11 SIPFOUNDRY. Features[en línea]. <<http://www.sipfoundry.org/features.html>> [citado en 24 Octubre 2008]

12 CALIVIA. SipX Features[en línea]. <http://sipx-wiki.calivia.com/index.php/SipX_Features> [citado en 24 Octubre 2008]

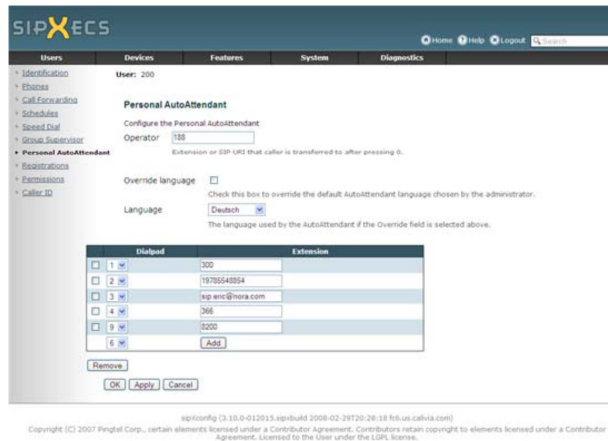


Figura 3. Screenshot SipXecs

La versión estable actual de SipXecs es 3.10.3

SipXecs esta licenciado bajo la LGPL v3 (ver Anexo 2)

Asterisk

Asterisk es una aplicación de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios.

Originalmente desarrollado para el sistema operativo GNU/Linux, Asterisk actualmente también se distribuye en versiones para los sistemas operativos BSD, MacOSX, Solaris y Microsoft Windows, aunque la plataforma nativa (GNU/Linux) es la mejor soportada de todas.

Asterisk contiene múltiples características, de las cuales se encuentran disponibles en costosos sistemas PBX como buzón de voz, conferencias, IVR,

distribución automática de llamadas, y otras muchas más. Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un dial plan en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado por Linux.

Para conectar teléfonos estándar analógicos son necesarias tarjetas electrónicas telefónicas FXS o FXO.

Adicionalmente Asterisk soporta protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Asterisk puede ínter operar con terminales IP actuando como un registrador y como gateway entre ambos.¹³

La versión estable actual de Asterisk es 1.6.06

Asterisk esta licenciado bajo la GPL v2 (ver Anexo A)

Trixbox

Trixbox es una plataforma de telefonía opensource basada en Asterisk. Trixbox combina las mejores herramientas de telefonía opensource en un paquete sencillo y un dashboard basado en Web que permite configurar y administrar un sistema completo de IP-PBX.

Trixbox es un sistema extremadamente flexible que permite entregar una solución ajustada especialmente a las necesidades de cada negocio. Adicionalmente trixbox permite a la comunidad construir características y

¹³ Chapman, Ben, and Champ Clark. "Chapter 1 - What Is Asterisk and Why Do You Need It?". Asterisk Hacking. Syngress Publishing. © 2007

módulos a la medida. La comunidad de trixbox es una de las comunidades más activas actualmente que trabajan diariamente en la creación de características y en la corrección de cualquier error que pueda aparecer. ¹⁴



La versión estable actual de TrixB0x es 2.6.2

Trixbox esta licenciado bajo la GPL v2 (ver Anexo A)

¹⁴ TRIXBOX. Trixbox Community[en línea]<<http://www.trixbox.com/products/trixbox-ce>> [citado en 24 Octubre 2008]

COMPARACION FUNCIONAL SISTEMAS DE TELEFONIA.

En la siguiente tabla se encuentra el resumen de la comparación funcional entre los principales sistemas de telefonía PBX basados en open source.

Características	 Asterisk	FreePBX	SIPX ECS	 trixbox <small>The Open Platform for Business Telephony</small>	Descripción
Call Trunking	x	x	x	x	Habilidad de enrutar llamadas de un dispositivo PSTN a una extensión SIP
Account Code	x	x	x (workaround)		Permite "facturar" las llamadas a una unidad de negocio específica
IVR	x	x	x	x	Permite la creación y gestión de contestadoras automáticas
Extension Lock Code	x	x	x (workaround)		Bloqueo de extensiones para que nos se puedan usar sin el password
Call Forward	x	x	x	x	Re direccionamiento de llamadas
Call Hold	x	x	x	x	Llamada en Espera
On Hold Music	x	x	x	x	Música para llamada en espera

Voice Mail	x	x	x	x	Correo de Voz
Three Way Call/Conference	x	x	x	x	Teleconferencias
ACD (call center solution)	x	x	x		Distribuye las llamadas entre las extensiones disponibles
Easy Install	Difícil	Fácil	Fácil	Avanzado	Facilidad de Instalación
Easy Admin	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Facilidad de Gestión

Tabla 1. Comparación IP-PBX

En la tabla 1 se pueden encontrar las principales características y funcionalidades que ofrecen cada uno del software anteriormente mencionados. En general todos ofrecen el mismo stack básico de servicios que se espera que un sistema profesional pueda brindarle a un cliente.

Sin embargo por facilidades de instalación, gestión y mantenimiento la solución básica sobre la cual se planteara la implementación será AsteriskNow.

AsteriskNow además de ser una solución que tiene una comunidad muy amplia y activa está construido sobre la base de Asterisk, lo cual permitirá a la empresa tomar cualquier modulo que se haya generado para Asterisk y que aun no esté disponible en AsteriskNow y migrarlo con muy poco esfuerzo.

Futuro

Poder garantizar que un producto no dejara de ser producido en un mediano plazo es un factor fundamental en la adquisición e implementación de una nueva tecnología independiente de cuál sea. Es por esto que se hace necesario validar que la tecnología de la que se está contemplando tenga un plan de desarrollo claro y que no se vaya a perder el soporte de esta.

Una ventaja grande que tienen los proyectos Open Source es la garantía de que no se extinguirán ya que la premisa de que su código fuente debe ser difundido permite que cualquier compañía o grupo de individuos que estén interesados en continuar el desarrollo puedan realizar esto.

Aparte de esto AsteriskNow que es el proyecto opensource el cual se utilizara como base de desarrollo de este proyecto tiene claramente definidas su mapa de desarrollo hasta la versión 3.0 lo cual garantiza que este proyecto seguirá con vida por lo menos en el mediano plazo. Por otro lado el proyecto Asterisk que es el centro sobre el cual el equipo de AsteriskNow construye su solución también tiene definido un mapa de desarrollo que tiene definidos las diferentes milestones del proyecto desde la versión 1.4 hasta la versión 2.3.^{15 16}

En el campo de desarrollo y mejoramiento la investigación de estos sistemas se exploran muchos puntos diferentes que ayudaran a la mayor facilidad y versatilidad del sistema. El proyecto Asterisk Summer Google of code tiene tres puntos básicos que plantea mejorar: Mejoramiento Interfaces de Debug,

¹⁵ Roadmap Asterisk [en línea]< https://issues.asterisk.org/roadmap_page.php> [citado en 02 Septiembre 2009]

¹⁶ Roadmap FreePBX[en línea]< <http://www.freepbx.org/trac/roadmap> > [citado en 02 Septiembre 2009]

Mayores facilidades de administración y gestión de buzones de voz y creación de interfaces que simplifiquen la intercomunicación entre dispositivos bajo un esquema único.¹⁷

Adicionalmente se conducen foros internacionales donde se comparten los últimos avances que se tienen en los campos de SOFT PBX. Uno de estos eventos es Astricon en cuya agenda se encuentran conferencias que ilustran campos de investigación sobre este tipo de tecnologías como son Call Centers distribuidos sobre redes WAN, IVR con funcionalidades avanzadas como Text-To-Speech y hospedaje de servicios de este tipo en la nube. [18]

Finalmente como toda tecnología que facilita la comunicación existen ciertos criterios de seguridad extra que deben llevarse a cabo para mantener la interacción de las personas tan libre de peligros e información innecesaria como sea necesario. Uno de los grandes problemas que traen a la mesa los sistemas de telefonía de este estilo es el Spam sobre VoIP, autores como David Endler y Mark Collier sugieren que este fenómeno podría ser tan malo como el SPAM regular pero llegaría a impactar no solo la calidad del servicio de los clientes sino que también en el tamaño de la infraestructura necesitada. Por esta razón otra de los campos que se deben desarrollar y que se está investigando es el de generar mecanismos automáticos capaces de identificar el SPIT y procesarlo como llamadas basura y descartarlo.¹⁹

¹⁷ Google Summer of Code 2009[en línea]< <http://lists.digium.com/pipermail/asterisk-dev/2009-April/038028.html>> [citado en 23 Septiembre 2009]

¹⁸ Astricon 2009[en línea <[http://images.tmcnet.com/expo/astricon/images/Astricon Brochure_3.pdf](http://images.tmcnet.com/expo/astricon/images/Astricon%20Brochure_3.pdf) > [citado en 23 Septiembre 2009]

¹⁹ Endler, David, and Mark Collier. "Chapter 14 - SPAM over Internet Telephony (SPIT)". Hacking Exposed VolIP: Voice Over IP Security Secrets & Solutions. McGraw-Hill/Osborne. © 2007. Books24x7.

Windows VS LINUX (Ventajas y Desventajas)

Uno de los temas principales a contemplar en el desarrollo de un nuevo proyecto es sobre qué ambiente o sistema operativo se debe realizar el despliegue de los componentes. Dado las diferentes opciones que se dan al tener un ambiente tan abierto se hace necesario sopesar las consecuencias y posibles costos que tiene cada plataforma. En el caso de Asterisk/AsteriskNow el ambiente si bien está diseñado para ambiente *UNIX existen proyectos que dan la oportunidad de correr sobre ambientes Windows.

Windows

Ventajas

- Facilidad de Uso
- Ambiente Conocido por el la mayoría de los usuarios

Desventajas

- No es el ambiente nativo para el cual se diseño la aplicación.
- No existen drivers para las tarjetas FXO avanzadas.
- El licenciamiento tiene valor monetario
- Mayor necesidad de mantenimiento. (Parches, Antivirus, etc.)

Linux

Ventajas

- Ambiente nativo de la aplicación
- Mayor cantidad de documentación para la implementación
- Mayor cantidad de opciones de proyectos
- Gratuito

Desventajas

- Mayor complejidad para la instalación y configuración

Si bien es cierto que una de los factores más críticos para este proyecto es que el sistema sea fácil de configurar este problema es posible de manejar debido a la cantidad de documentación disponible y ya que el objetivo de este proyecto es el de crear un método probado con el cual se pueda instalar y configurar el ambiente. Aparte existe el tema de que los costos adicionales de licenciamiento de Windows podrían llegar a hacer un factor disuasivo para la implementación del sistema. Finalmente y como factor de quiebre se tiene valorar la plataforma nativa para la cual el sistema fue diseñado ya que esta será la que mas constantemente mantenida y cualquier error o nueva funcionalidad será implementada primero para esta plataforma y recibirá mayor retroalimentación para correcciones. Es por esto que se define como ambiente de despliegue un sistema Linux.

Hardware para SOFT-PBX

Adicional a el componente de Software de la solución para obtener la funcionalidad de un PBX completa se necesita hardware especializado capaz de realizar el switching entre líneas digitales (SIP) y análogas (POTS), finalmente si no se desea una solución de extensiones basada en Software (utilizando clientes SIP) y se desea utilizar terminales convencionales también se necesitara hardware adicional que permita conectar estos aparatos a la solución.

Los principales dispositivos y hardware que pueden acompañar esta solución son las tarjetas FXO, tarjetas FXS y SIP Gateway.²⁰

Módulos FXO: Foreign Exchange Office, permiten la conexión a líneas telefónicas convencionales. Estos adaptadores son utilizados para permitir que el Soft-PBX pueda hacer uso e interactuar con las líneas telefónicas fijas que pueda tener la empresa. Se necesitara un X número de puertos FXO para cada X número de líneas que se manejen.

Modulos FXS: Foreign Exchange Station, permiten la conexión a las extensiones o "estaciones" (entendiéndose como cada uno de los teléfonos convencionales que se quieran conectar a la solución). Se necesitara un X número de puertos FXS para cada X número de extensiones que se deseen manejar.

Tarjetas Add-In: La forma más común de proveer puertos FXO/FXS es a través de tarjeta PCI de este tipo. Estas tarjetas dependiendo del modelo permiten la instalación de módulos FXO o FXS e inclusive la combinación de estos en la misma tarjeta. Adicionalmente traen hardware adicional que realiza operaciones como cancelación de ecos y similares.

SIP Gateway: Los adaptadores de este tipo proveen un puerto FXO que permite conectarse a la línea POTS convencional y adicionalmente un puerto Ethernet que permite conectarse con la red. La función básica de este tipo de dispositivos es convertir todos los paquetes análogos a VoIP para que puedan ser manejados por el SoftPBX.

²⁰ Garrison, Kerry. "Chapter 2 - What is trixbox?". trixbox CE 2.6: Implementing, Managing, and Maintaining an Asterisk-Based Telephony System. Packt Publishing. © 2009. Books24x7.

SISTEMA DE TELEFONIA IP UTILIZANDO ASTERISKNOW

Requerimientos del Sistema

Para la instalación de un sistema PBX basado en AsteriskNow se necesitarán los siguientes requerimientos tanto en hardware como en software.

HARDWARE

Servidor AsteriskNow:

Procesador: Intel Dual Core de 1.86Ghz o similar

RAM: 2 Gb RAM

Discos Duro: 2 x 250gb 7200rpm RAID 0

ATA ADAPTER:

Los adaptadores ATA (analog telephone adapter) permiten conectar teléfonos análogos a un dispositivo de red. Usualmente tiene un puerto Ethernet y 1 o más puertos FXS. Estos adaptadores son capaces de hacer interfaces con el servidor vía SIP o IAX2 sobre el puerto Ethernet.

El número de estos adaptadores depende del número de extensiones que se deseen habilitar. (Las extensiones son puertos FXS). Los precios oscilan entre 30 y 80 dólares.

SOFTWARE

Sistema Operativo:

CentOS 5.1 o posterior.

Con paquetes de: DNS server, Web server, Mail server, MySQL database y herramientas de desarrollo.

Dependencias:

Lame 3.97 o superior

Servidor AsteriskNow:

Asterisk 1.4 o superior

Asterisk add-ons

Dahdi-linux

Libpri 1.4 o superior

FreePBX 2.6 o superior.

Plan de Implementación Sistema de Telefonía.

EL primer paso en la implementación de un sistema de telefonía IP es saber que para poder utilizar teléfonos convencionales o una línea de teléfono analógica en un servidor Linux corriendo Asterisk Now (haciendo el papel de SoftPBX) o una solución similar se tiende a necesitar hardware especial como Adaptadores FXS/FXO (Los módems convencionales no brindan la funcionalidad necesaria). Digium y otras compañías venden tarjetas especiales para este fin.

Aparte algo muy importante es que esta solución de SoftPBX soporta numerosos protocolos de VoIP como SIP y H.323. Adicionalmente Asterisk Now puede operar como "registrar" o como "gateway" permitiéndole ser cliente o servidor en teléfonos IPs convencionales o adicionalmente permite la comunicación entre teléfonos IP y la red telefónica convencional. Los desarrolladores de Asterisk han diseñado un nuevo protocolo llamado IAX para una correcta optimización de las conexiones entre centrales Asterisk.

Al soportar una mezcla de la telefonía tradicional y los servicios de Voz IP, Los sistema de SoftPBX permiten construir nuevos sistemas telefónicos de forma eficiente o migrar de forma gradual los sistemas existentes a las nuevas tecnologías. Algunas empresas utilizan estos sistemas para reemplazar antiguas centrales telefónicas, otras lo hacen para proveer funcionalidades adicionales y algunas otras para reducir costos en llamadas a larga distancia utilizando Internet.

La documentación sobre la implementación de Asterisk Now o sistemas similares en español no es muy completa o clara y es por lo cual se crea este documento o manual, con el objetivo de brindarle una mejor habilidad a

micro y pequeñas empresas que implementen este sistema y aprovechar todas las ventajas que ofrece.

INSTALACION ASTERISK NOW

Lo primero que debemos hacer es obtener una versión de Asterisk Now, se puede descargar de <http://www.asterisknow.org/>. En el momento de la redacción de este documento la última versión estable es la 1.5. Este software es desarrollado por Digium, En resumen es una distribución de Linux pre empacada para hacer funcionar Asterisk en cuestión de poco tiempo. Esta distribución viene con todos los requerimientos y dependencias que el software puede necesitar y permite que la administración y mantenimiento del servidor sea una tarea realmente sencilla.

Cuando se descarga de la Web es una imagen ISO, que necesitaremos quemar en un CD.

Una vez arrancamos el PC, con el CD introducido no saldrá una primera pantalla.



Figura 4. Paso 1 Instalación Asterisk

Donde pulsaremos Enter para hacer la instalación en modo grafico. A continuación nos saldrá una pantalla dándonos la bienvenida a la instalación. Deberemos dar click en el botón Next para continuar.

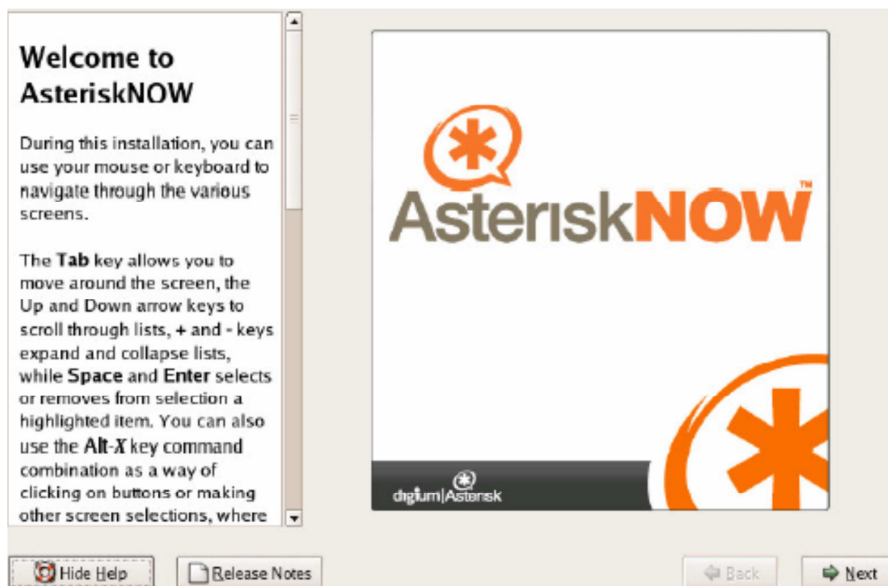


Figura 5. Paso 2 Instalación Asterisk

Nos saldrá la siguiente pantalla, donde seleccionaremos la opción de Express instalación y daremos click en Next

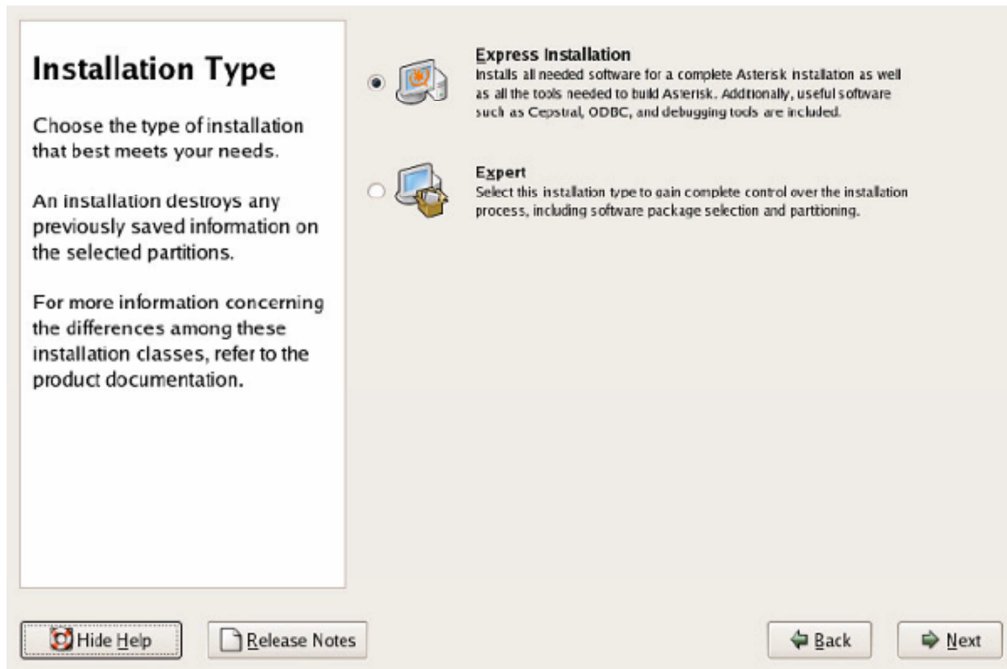


Figura 6. Paso 3 Instalación Asterisk

La siguiente pantalla puede variar. Si en el disco donde deseamos realizar la instalación de Asterisk Now, existe la instalación de un Windows u otro sistema operativo, nos saldrá un mensaje indicando que se borrarán todos los datos. Donde deberemos dar click en yes.

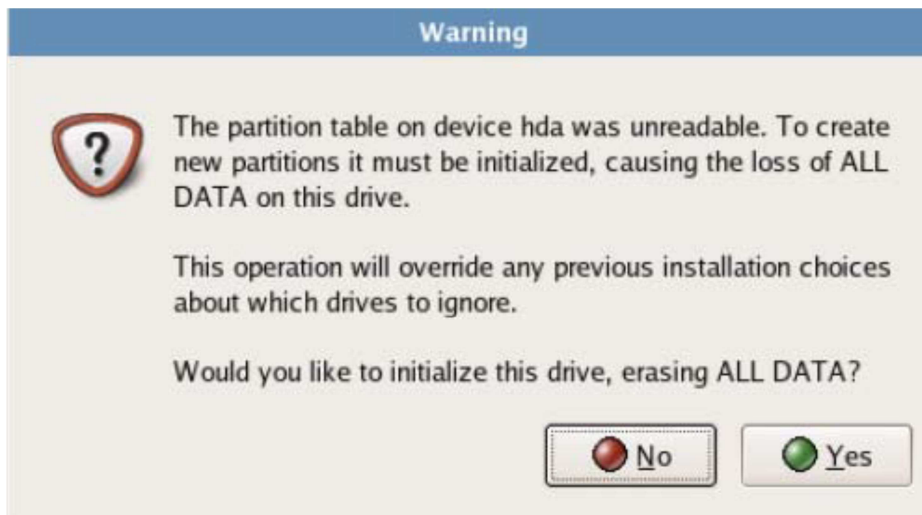


Figura 7. Paso 4 Instalación Asterisk

Ahora empezara el proceso de partición automático. Donde dependiendo de nuestro caso deberemos seleccionar la primera o segunda opción, y pulsar next. (En Caso de que un Windows estuviera instalado anteriormente se debe seleccionar All Partitions on this system)

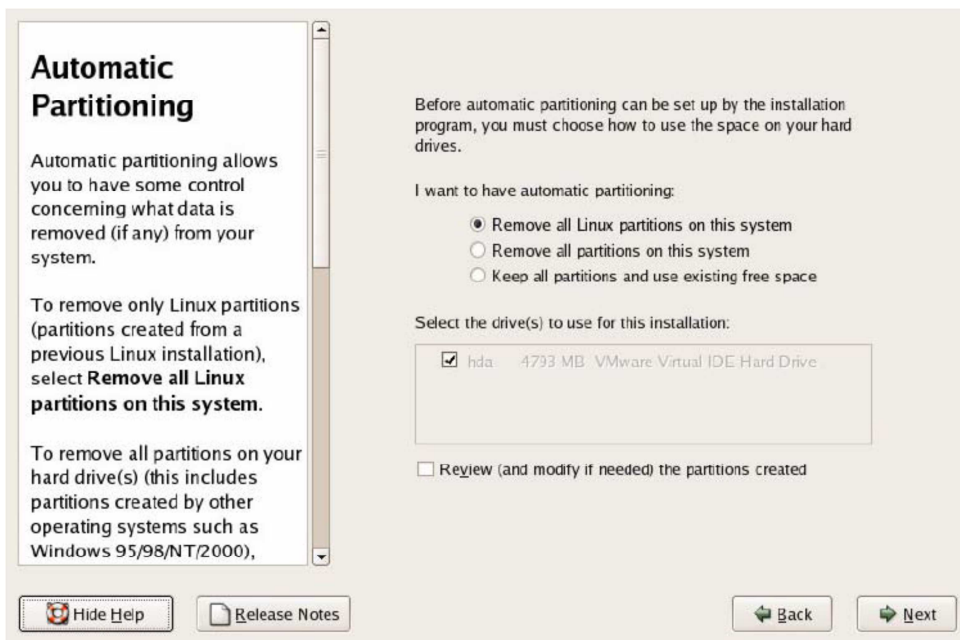


Figura 8. Paso 5 Instalación Asterisk

Antes de empezar el proceso de instalación, saldrá un mensaje indicando que si estás seguro de eliminar las particiones. Donde pulsamos yes. (Nota. Si estamos reutilizando un equipo debemos haber hecho un backup ya que una vez se presione Yes se borrara la tabla de particiones y se formateara el disco.)

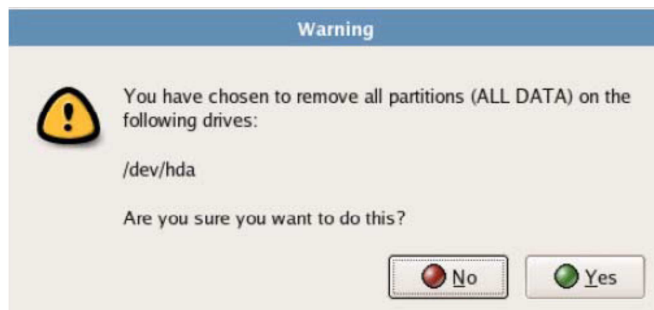


Figura 9. Paso 6 Instalación Asterisk

La siguiente pantalla es para configurar la red en nuestro servidor Asterisk. Donde se puede configurar mediante DHCP (obtención automática de datos) o manualmente.

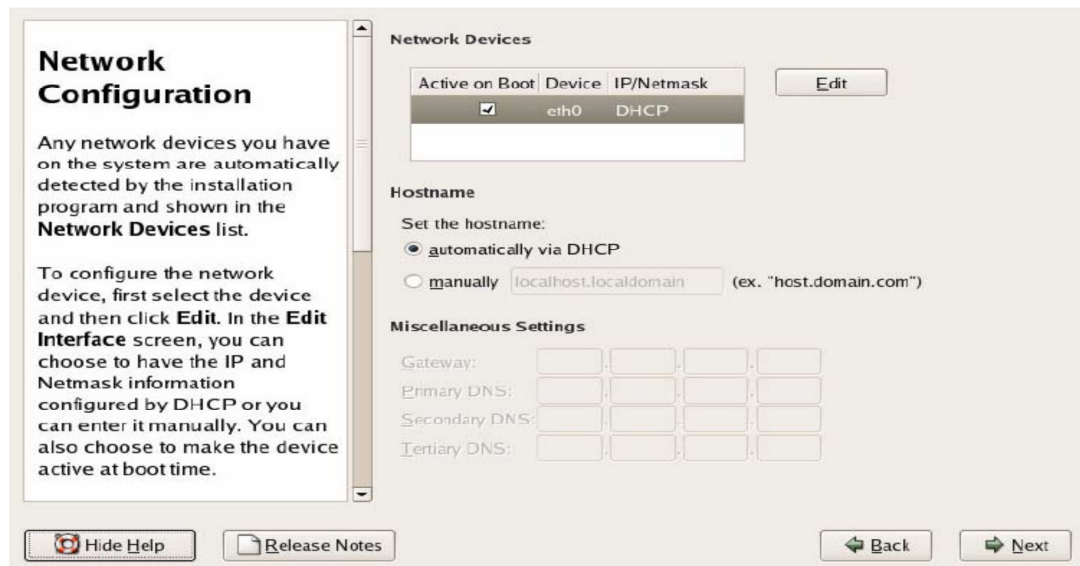


Figura 10. Paso 7 Instalación Asterisk

Por defecto se crea un usuario que se llama ADMIN, donde en la siguiente pantalla nos solicita la contraseña. Este será el administrador de la parte del Asterisk, pero también existe el usuario ROOT que es el administrador de todo. Completamos los datos y damos click en next para continuar.

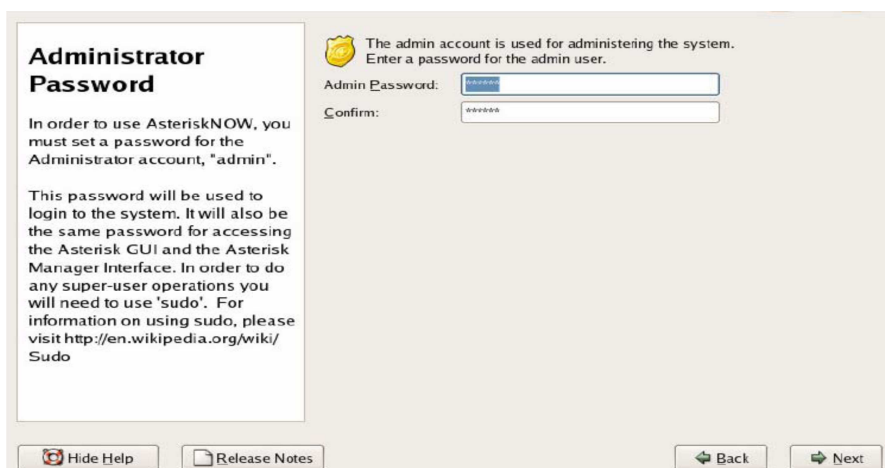


Figura 11. Paso 8 Instalación Asterisk

Antes de realizar la instalación, se debe realizar el formateo del sistema



Figura 12. Paso 9 Instalación Asterisk

Luego comienza el proceso de instalación, que nos saldrá la siguiente pantalla.

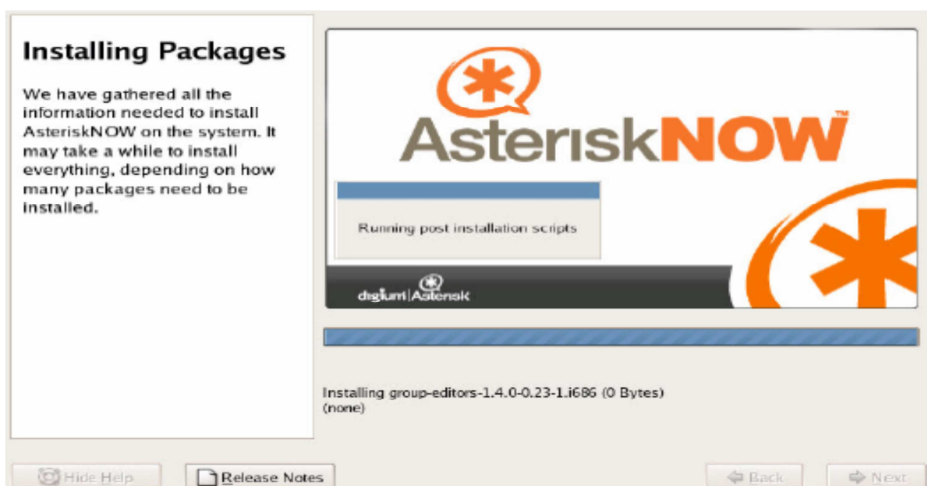


Figura 13. Paso 10 Instalación Asterisk

PRIMER ARRANQUE ASTERISK NOW

Una vez finalizada la instalación, se reiniciará el sistema, luego aparecerá una pantalla de Arranque donde nos pedirá seleccionar el sistema a iniciar. En un principio solo habrá uno.

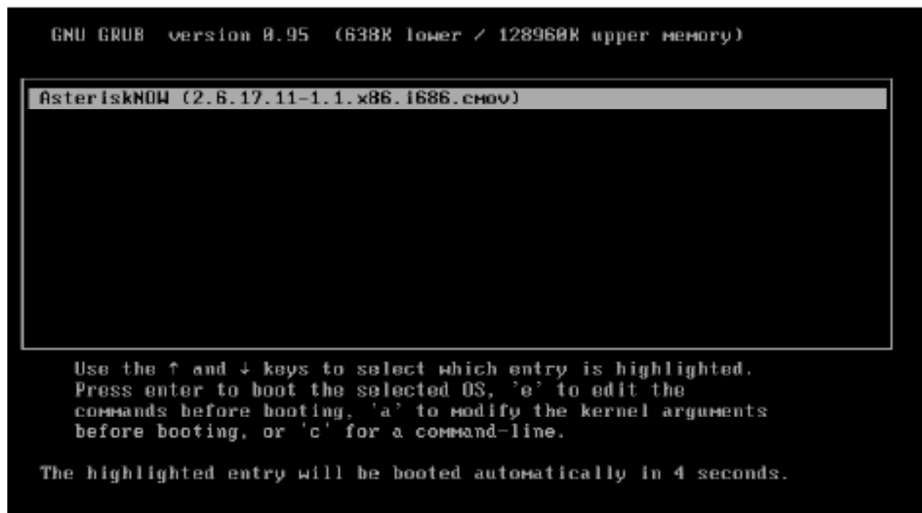


Figura 14. Paso 11 Instalación Asterisk

La pantalla siguiente nos saldrá en el primer arranque de Asterisk Now, donde nos indica que existe un usuario llamado admin., y que su contraseña la hemos introducido durante el proceso de instalación



Figura 15. Paso 12 Instalación Asterisk

CONFIGURACION ASTERISK NOW

CONFIGURACION SIP.CONF

En este archivo se definirán los usuarios, con sus correspondientes extensiones, número a marcar para realizar una llamada.

Para realizar un comentario se deberá anteponer en la línea un ";".

; USUARIO EJEMPLO

Para definir la extensión, se deberá poner entre corchetes.

[numero de extensión]

Definimos el tipo de extensión. Esta "user" se usa para autenticar llamadas entrantes, "peer" para llamadas salientes y "friend" para ambas

Type = friend

Definimos la contraseña que tiene la extensión

Secret = contraseña

Para definir que el tiempo de latencia no sea mayor que 2 seg.

Qualify =yes

Si el dispositivo utiliza Nat

Nat = no

El modo que se transmite los tonos

Dtmfmode = info.

Permitir al usuario conectarse de diferentes PC

Host = dynamic

No permite conexión directa entre dos usuarios, siempre pasara por Asterisk

Canreinvite = no

Nombre del contexto definido en extensions.conf

Context = nombre

Correo de voicemail definido

Mailbox = correo

Define un grupo de llamadas

Callgroup = 1

Define el grupo de llamadas validas para una aplicación pickup

Pickupgroup = 1

El siguiente es un ejemplo para una extensión:

;Extension 1
[1000]
type=friend
secret=1234
qualify=yes
nat=no
dtmfmode=info
host=dynamic
canreinvite=no
context=miempresa
mailbox=1000@miempresa
callgroup=1
pickupgroup=1

También se puede definir otros aspectos como.

Lenguaje

language = es

Red local

localnet = 192.168.10.0/255.255.255.0 (por ejemplo)

13.2.2 CONFIGURACION DE EXTENSIONS.CONF

Este archivo define el contexto de las extensiones que hemos configurado en sip.conf. Además, de indicar las operaciones que se van a producir cuando se realice una llamada a una extensión.

Para entender mejor el funcionamiento de esta configuración veremos cómo se pueden configurar los siguientes 3 contextos.

[pstn-in]; Llamadas entrantes de línea telefónica

[outgoing_calls]; Llamadas salientes de línea telefónica

[internal]; Llamadas internas de la empresa

Primero definiremos el contexto que maneja las llamadas entrantes.

Nombre del contexto de las llamadas entrantes

[pstn-in]

Pone a disposición las extensiones internas

include => miempresa

Segundo definiremos el contexto que maneja las llamadas salientes.

Nombre del contexto de las llamadas salientes

[outgoing_calls]

Permite llamadas nacionales a fijos por medio de Orbitel.

exten => _005XXXXXXXX,1,Dial(Zap/1/\${EXTEN})

Permite llamadas a móviles nacionales Tigo

exten => _3XXXXXXXXXX,1,Dial(Zap/1/\${EXTEN})

Para el envío de fax, el funcionamiento será alclardo con mayor profundidad posteriormente,

exten => 200,1,Dial(IAX2/ttyIAX/\${EXTEN})

Para colgar la llamada

exten => t,1,Hangup()

Finalmente vamos a definir el contexto de llamadas internas. Aquí es importante que se ponga el mismo nombre que el parámetro context del archivo sip.conf. El siguiente ejemplo ilustra la recepción de llamadas externas y redirección a una extensión.

Nombre del contexto

[miempresa]

Aquí se enumeran por orden de sucesión. Donde lo primero es contestar el teléfono externo.

exten => s,1,Answer

Lo segundo es definir que la espera sea de cero segundos

exten => s,2,Wait,0

El tercer paso es realizar una llamada a la extensión 1000 durante 15 segundos. Donde Ttr, es para darle permiso de transferir llamadas y para que suene una música mientras se espera en la llamada

exten => s,3,Dial(SIP/1000,15,Ttr)

Si la anterior extensión no ha contestado el teléfono, se llamara durante 30 segundos como contingencia a la extensión 1010

exten => s,4,Dial(SIP/1010,30,Ttr)

Si las dos extensiones anteriores no contestan el teléfono, La última opción es redirigir la llamada al buzón de voz de la extensión 1000

exten => s,5,VoiceMail(1000@miempresa)

Finalmente se colgara la llamada

exten => s,6,Hangup

En el siguiente ejemplo, se detallan las acciones que se producen cuando se realiza una llamada a una extensión interna.

Si la llamada es a la extensión 1004, sonora durante 30 segundos el teléfono, donde el Atm, es para que el usuario pueda transferir las llamadas y para el que llame le suene una música.

exten => 1000,1,Dial(SIP/1004,30,Ttm)

Si el usuario no contesta el teléfono saltara el buzón de voz

exten => 1000,2,VoiceMail(1004@miempresa)

Una vez que la persona ha dejado el mensaje en el buzón de voz, oirá un mensaje de despedida

exten => 1000,3,PlayBack(vm-goodbye)

Finalmente se colgara la llamada

exten => 1000,4,Hangup

CONFIGURACION DE VOICEMAIL.CONF

Este archivo de configuración sirve para personalizar el funcionamiento del buzón voz que tiene cada extensión. Cuando se define el contexto, este deberá ser el mismo que hemos definido en el parámetro mailbox del fichero sip.conf.

El funcionamiento consiste que si en una llamada a una extensión no es atendida, entonces se re direcciona al buzón de voz, donde contesta una grabación indicando que has llegado a el buzón, que cuando suene la señal, podrás depositar un mensaje de voz, el cual será enviado al correo que hayamos definido.

Antes de empezar a definir los buzones de voz es necesario configurar los siguientes parámetros.

Parámetros:

Serveremail: Es el e-mail que hace la notificación

Serveremail = correo@miempresa.com;

Attach: El mensaje será enviado como dato adjunto

Attach = yes

MaxMessage: tamaño máximo del mensaje

Maxmessage =180;

MinMessage: tamaño mínimo del mensaje

Minmessage =3;

Fromstring: Nombre de quien envía el e-mail

fromstring=SoftPBX;

Emailsubject: Especificación del asunto del mensaje

emailsubject=Nuevo mensaje en su buzón de voz;

Emailbody: este es un ejemplo del cuerpo del mensaje.

emailbody=Apreciado \${VM_NAME}:\n\n El # {VM_CALLERID}. a depositado un correo de voz de \${VM_DUR} de duración en tu buzón \${VM_MAILBOX}. \n\n.Gracias\n\nSoftPBX;

Variables Usables: Variables necesarias y que se pueden utilizar para componer el cuerpo del mensaje

VM_NAME,VM_DUR, VM_MSGNUM, VM_MAILBOX, VM_CALLERID,
VM_CIDNUM, VM_CIDNAME, VM_DATE;

INSTALACION Y CONFIGURACION DE UN SOFTPHONE

Para poder empezar a utilizar nuestro SoftPBX, necesitaremos teléfonos para realizar llamadas. Se pueden utilizar teléfonos físicos (usando adaptadores FXS/FXO) o aplicaciones que hacen de teléfono.

Por fines de facilidad en este documento mostraremos la instalación y configuración de un Softphone, de la compañía Counterpath llamado X-Lite que es gratuito.

La instalación es muy sencilla. Basta descargarse el software de la página de Counterpath <http://www.counterpath.com/>. Una vez lo tengamos lo ejecutamos y instalamos con los parámetros por defecto.

Una vez instalado, debemos configurarlo para que se conecte a nuestro SoftPBX, para ello, debemos pulsar botón derecho sobre el teléfono y seleccionar la opción de "SIP Account Settings"



Figura 16. Configuración Cliente SIP

Una vez demos click nos saldrá una ventana, donde deberemos seleccionar la opción de Add. Esto a su vez abrirá otra ventana, donde podremos poner la configuración de nuestro servidor. Donde un ejemplo es el siguiente.

Properties of Account 1

Account | Voicemail | Topology | Presence | Advanced

User Details

Display Name: Test1

User name: 1000

Password: ●●●●●●●●

Authorization user name: 1000

Domain: Ip Server AsteriskNow

Domain Proxy

Register with domain and receive incoming calls

Send outbound via:

domain

proxy Address: _____

Dialing plan: #1|a|a.T;match=1;prestrip=2;

OK Cancel Apply

Figura 17. Datos Configuración Cliente SIP

Campos:

Display Name: Nombre / Alias

User Name: Debemos poner la extensión (Según lo configurado en el sip.conf Ej [1000])

Password: La contraseña (Según lo configurado en el sip.conf Ej secret=password)

Authorization user name: Extension (Según lo configurado en el sip.conf Ej [1000])

Domain: La IP del servidor que tiene instalado Asterisk.

Si todo ha sido correcto, en la pantalla de Softone nos saldrá la siguiente imagen:

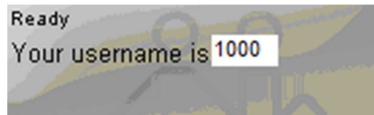


Figura 18. Estado Registrado Cliente SIP

Si algo ha salido mal, saldrá el siguiente mensaje de error:

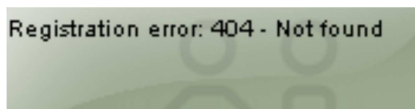


Figura 19. Estado Fallido Cliente SIP

INVERSIONES ADICIONALES

Para la implementación de un sistema de telefonía que implique un servidor Asterisk y enlazado con tecnología VOIP describiremos características y precio de hardware según sea la necesidad de la empresa. Si la empresa solo desea tener extensiones internas por software no debe realizar ningún gasto adicional. Los datos aquí presentados son para empresas que deseen tener extensiones físicas (teléfonos) y /o enlazar los las líneas telefónicas externas.

TARJETAS:

Tarjetas para telefonía IP de 1 Puerto

Es una tarjeta compatible con el sistema Asterisk, el cual le permite implementar de manera muy económica, un sistema de PBX tradicional para su hogar u oficina que incluye características como:

- Múltiples troncales y extensiones
- Identificador de Llamadas
- Buzón de Mensajes
- Conferencia múltiple
- Sistemas de respuesta interactiva (IVR)
- Grabación digital de llamadas
- Límite de tiempo para llamadas
- Estadísticas de llamadas.

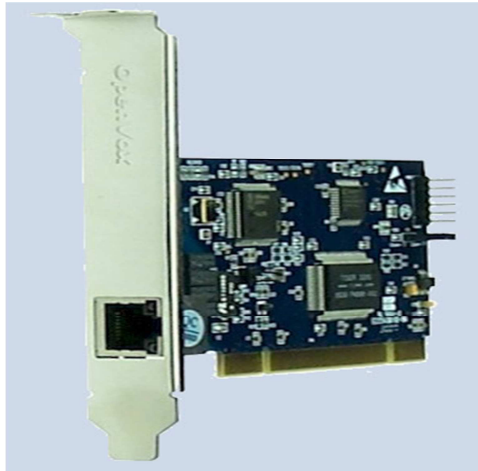


Figura 20. Tarjeta 1 Puerto

Valor aproximado: de \$250.000 a \$300.000

Tarjetas para telefonía IP de 4 Puertos

La tarjeta A400P00 permite elegir libremente entre módulos FXO-100 o FXS-100 de acuerdo a sus requerimientos.

La foto muestra la tarjeta A400P con 2 FXS y 2 FXO módulos instalados, la tarjeta A400P00 no posee ninguno de estos módulos pre-instalados.

Características clave:

Escalable: Simplemente añadir tarjetas adicionales para ampliar el sistema.

Fácil de usar: Todo el software y hardware compatible con la TDM400P. de Digium y puede utilizar los módulos FXO-100 / FXS-100 de la tarjeta TDM 400P.



Figura 21. Tarjeta 4 Puertos

Valor aproximado: de \$300.000 a \$350.000

Tarjetas para telefonía IP de 8 Puertos (FXOFXS)

La tarjeta A800P00 permite elegir libremente entre módulos FXO-100 o FXS-100 de acuerdo a sus requerimientos.

La foto muestra la tarjeta A800P con 4 FXS y 4 FXO módulos instalados, la tarjeta A800P00 no posee ninguno de estos módulos pre-instalados.

Características clave:

Escalable: Simplemente añadir tarjetas adicionales para ampliar el sistema.

Fácil de usar: Todo el software y hardware compatible con la TDM400P. de Digium y puede utilizar los módulos FXO-100 / FXS-100 de la tarjeta TDM 400P



Figura 22. Tarjeta 8 Puertos

Valor aproximado: de \$380.000 a \$420.000

Tarjetas para telefonía IP de 12 Puertos

La tarjeta A1200P00 permite elegir libremente entre módulos FXO-100 o FXS-100 de acuerdo a sus requerimientos.

La foto muestra la tarjeta A1200P con 12 FXO módulos instalados, la tarjeta A1200P00 no posee ninguno de estos módulos pre-instalados.

Características clave:

Escalable: Simplemente añadir tarjetas adicionales para ampliar el sistema

Fácil de usar: Todo el software y hardware compatible con la TDM400P de Digium y puede utilizar los módulos FXO-100 / FXS-100 de la tarjeta TDM400P.

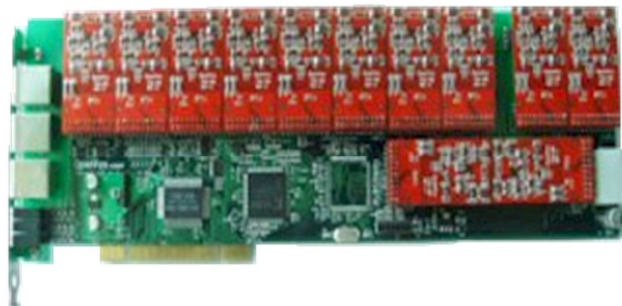


Figura 23. Tarjeta 12 Puertos

Valor aproximado: de \$450.000 a \$500.000.

SERVICIO VO-IP:

Actualmente en el mercado hay varias empresas norteamericanas y europeas que facilitan una gran variedad de planes y de tarifas de llamadas internacionales, nacionales y locales según sea la necesidad de cada empresa, para objeto de este trabajo nos basaremos en los planes tarifarias de la compañía FONOPLUS.

Actualmente esta empresa cuenta con varios planes tarifarios que se pueden ajustar a sus necesidades los cuales se encuentran detallados en la página Web www.fonoplus.com. Estos planes se pueden configurar con Servidores Asterisk sin requerir equipos adicionales o si lo requiere utilizar en plantas telefónicas convencionales puede configurar el servicio utilizando equipos marca **Linksys, Sipura, Cisco y teléfonos IP** que le permitirán realizar y recibir 2 o más llamadas telefónicas simultáneas a través de Internet utilizando acceso a Internet de banda ancha o canal dedicado. Si desea

también puede utilizarlo con la alternativa de Software de marcación (Softphone) llamar desde su computador.

También puede recibir llamadas internacionales directamente en su oficina o desviarlas a un teléfono fijo o celular de cualquier parte del mundo. Este plan le ofrece tarifas Súper económicas para llamadas internacionales a razón de **\$0.35** minutos a USA o **\$0.50** minuto a Europa en promedio, como se aprecia en el siguiente enlace en Internet <http://www.fonoplus.com/tarifas.xls>. La comunicación de voz corporativa (Punto a Punto) es gratuita sin importar la ubicación geográfica de sus sedes.

El anterior es un servicio agregado que tener un sistema de telefonía IP da. Y es que utilizando un servicio de un tercero la compañía podría tener un número internacional al que teléfonos convencionales podrían marcar y este llegaría directamente a la extensión de uno de los funcionarios de la empresa.

ADAPTADORES PARA VO-IP:

Linksys PAP 2 Adaptador 2 puertos FXS:

Permite conectar dos Teléfonos convencionales para realizar sus llamadas. Soporta hasta 2 llamadas simultáneas salientes o entrantes. Fácil integración con plantas telefónicas convencionales en Oficinas.

Genera inversión de Polaridad real. Requiere Internet de Banda Ancha. Tarifas preferenciales para llamadas a Celular y Fijos Nacional. Cada línea de servicio se puede configurar independientemente. Puede conectarse con servidores Asterisk, existen otras plantas Linksys de 4 o 8 puertos dependiendo de la cantidad de líneas que el usuario necesite, en cada línea se puede configurar un plan tarifario.



Figura 24. PAP Linksys

Valor aproximado: de \$120.000 a \$150.000

Linksys SPA3102 Router + 1 Puerto VoIP FXS + 1 FXO)

Permite conectar dos Teléfonos convencionales para realizar sus llamadas. Soporta hasta 2 llamadas simultáneas salientes o entrantes. Fácil integración con plantas telefónicas convencionales a través de 1 puerto de extensión y un puerto para troncal. Genera inversión de Polaridad real. Requiere Internet de Banda Ancha.

Tarifas preferenciales para llamadas a Celular y Fijos Nacional. incluye 2 interfaces de Ethernet de 100 Base T RJ45 (LAN - WAN) para conectar una red LAN con funciones de router, así como un puerto WAN para conexión al módem de banda ancha. Cada línea de servicio se puede configurar independientemente. El puerto FXO permite funcionalidad de IVR remoto

para realizar llamadas por IP conectándose remotamente a su PBX o servidor Asterisk a través de un puerto de extensión en su planta telefónica.



Figura 25. SPA Linksys

Valor aproximado: de \$200.000 a \$230.000

Innomedia Router + 2 Puertos FXS + Envío de Fax + Llamada Tripartita

Permite la conexión de teléfonos directos o integración a su central telefónica, soportando hasta 2 llamadas simultaneas. Posee número gratuito en USA y Canadá. Puede activarse con planes de minutos hacia Europa o Asia con tarifas preferenciales. Requiere acceso a Internet de banda ancha (Cable modem, ADSL o canal dedicado). Fácil integración a Plantas Telefónicas o servidores Asterisk, ya que genera inversión de polaridad. Es gateway de voz y Router para su red LAN diseñado para brindar versatilidad y rendimiento dando prioridad al tráfico de voz sobre el de datos para controlar la Calidad del servicio.

Tiene el beneficio de poder realizar llamadas tripartitas de Voz sobre IP y además el envío de Fax.



Figura 26. SPA Innomedia

Valor aproximado: de \$160.000 a \$180.000

TELEFONOS IP

Teléfono IP ref. VIP-154PT

Características: altavoz de alta calidad, incluye una interfaz fácil de utilizar, transferencia y botones para diversos servicios de voz. El VIP-154PT tiene funciones adicionales, como el protocolo PPPoE /DHCP, protegido por contraseña, la visualización del menú en la pantalla LCD, altavoz manos libres, llamada al último número, indicador de mensajes, y sistema de administración Web.



Figura 27. Telefono IP

Valor aproximado: de \$170.000 a \$190.000

CISCO SMALL BUSINESS PRO SPA-921

Este teléfono funciona con todas las soluciones de telefonía IP basada en SIP, se instala en minutos y se configura automáticamente por sí mismo, con las características de la empresa establecidas por el Proveedor de Servicios.



Figura 28. Teléfono IP Linksys

Valor aproximado: de \$180.000 a \$200.000

Funciones del usuario y administrador

Una vez ya instalado y configurado el ambiente el sistema puede funcionar desatendido en la mayor cantidad de los casos. Sin embargo es necesario destacar ciertas tareas que deben ser realizadas por el administrador en caso de fallas o de la necesidad de añadir nuevas extensiones o funcionalidad.

Creación de Roles Administrativos

Dado que la mayoría de la funcionalidad del SOFT-PBX es administrada vía una consola WEB es necesario volver esta consola segura y cerciorarse que los usuarios tengan los permisos adecuados.

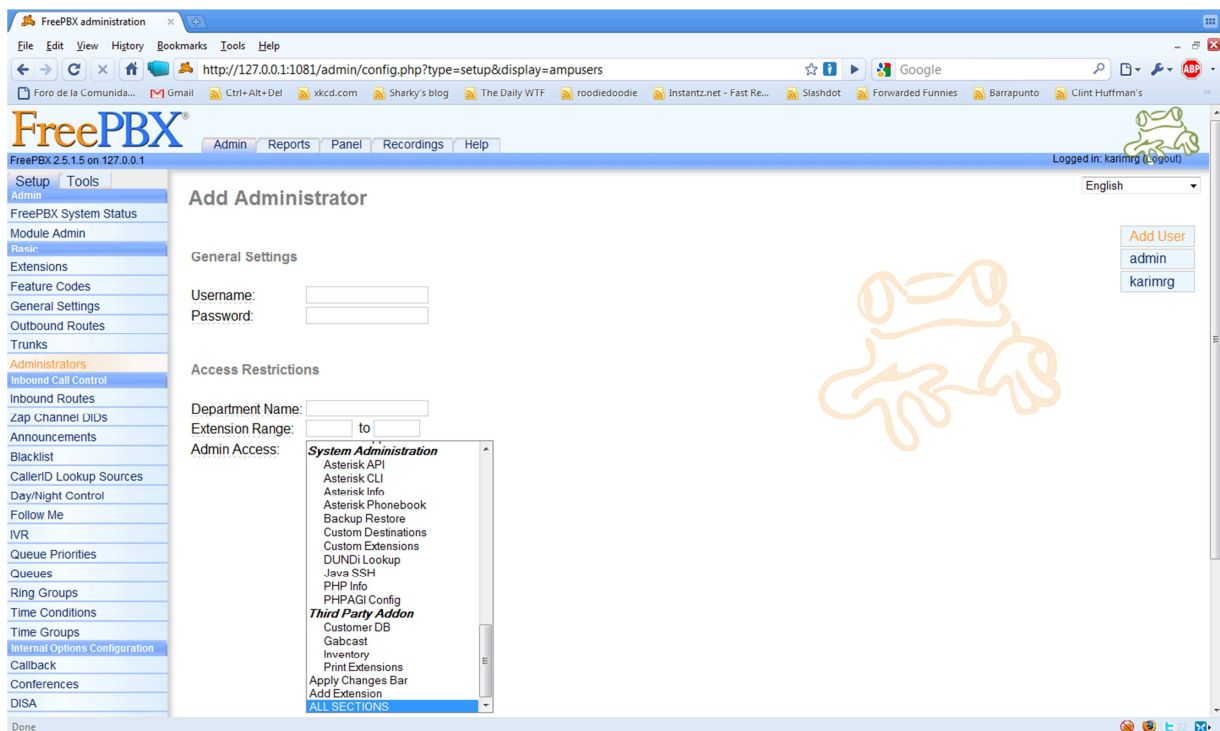


Figura 29. Agregar Usuario FreePBX

Crear un usuario es tan sencillo como llenar los datos de usuario y password, seleccionar los permisos que se le desean otorgar e inclusive se puede restringir que el manejo del usuario sea de ciertas extensiones o departamentos.

Creación de Extensiones

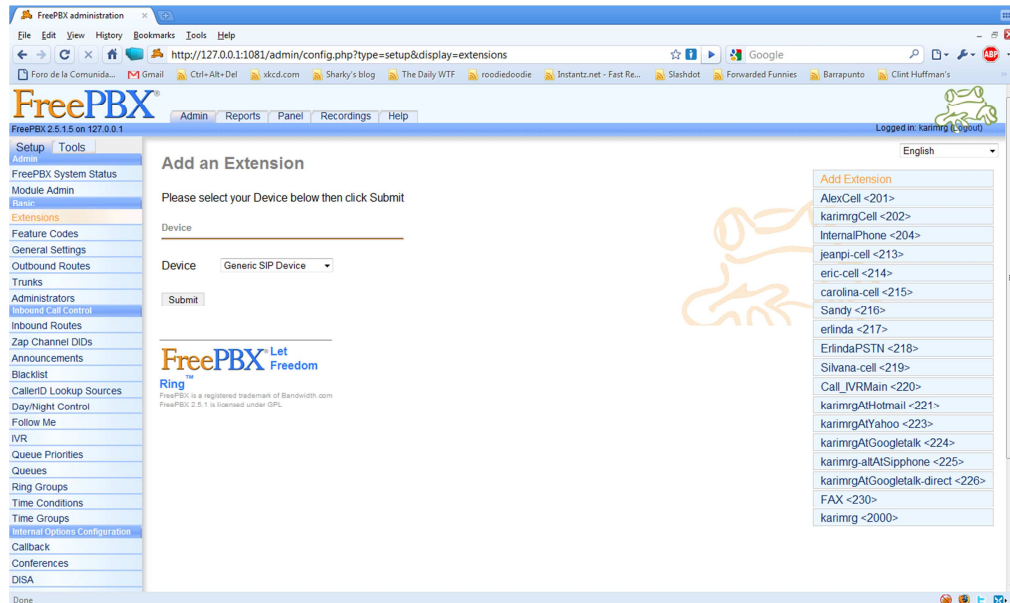


Figura 30. Crear Extensión FreePBX

Para crear una extensión es importante tener claros los siguientes datos:

User Extensión: Que será el indicativo o número de la extensión.

Display Name: Nombre de la persona o departamento dueño de la extensión.

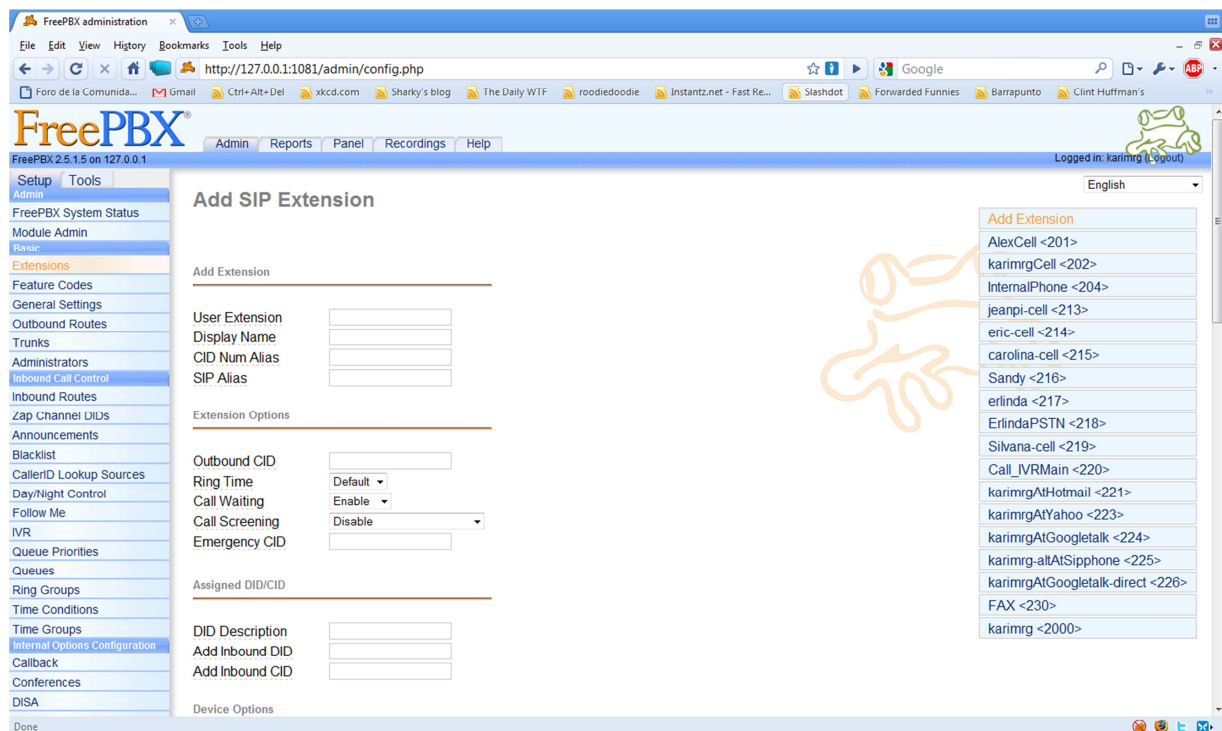


Figura 31. Crear Extensión SIP p2

Aparte es necesario también especificar las variables de la configuración de VoiceMail en caso de que se le desee aprovisionar a esa extensión dicho servicio.

Para activar el servicio debe poner el "Status" en Enabled, especificar un password y una dirección de correo electrónico donde se enviara el mensaje una vez se deposite.

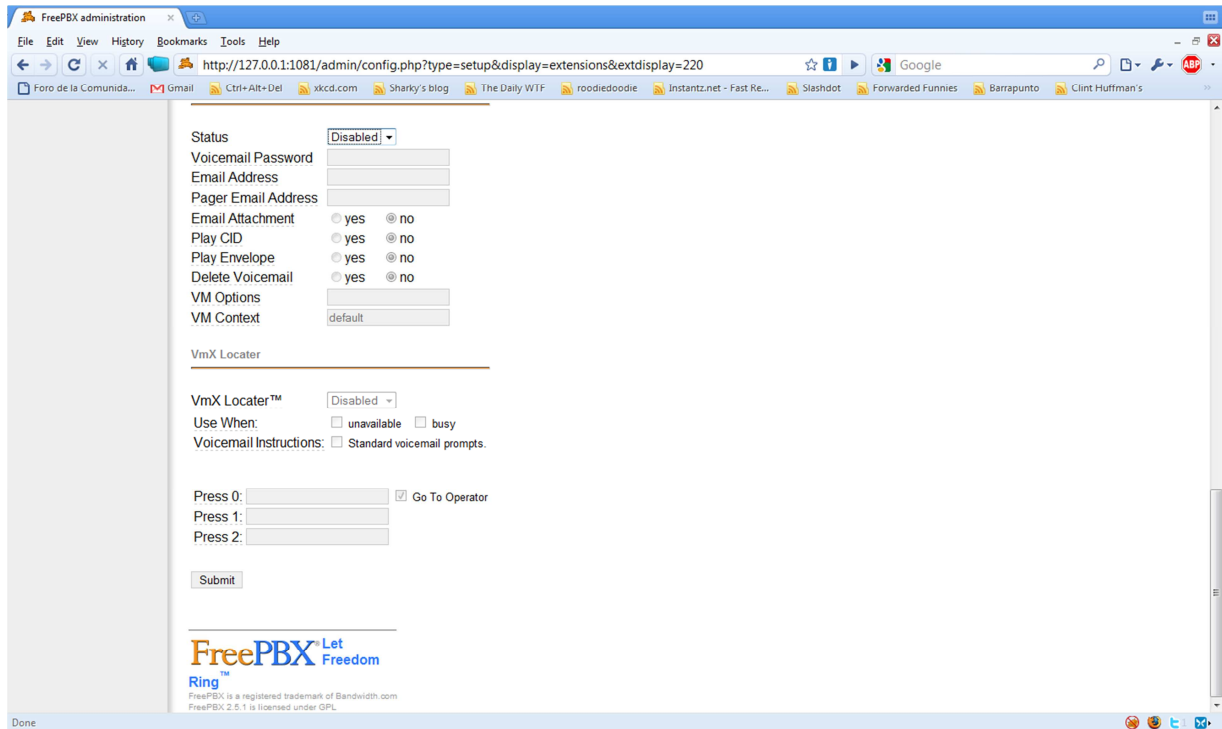


Figura 32. Crear Extensión SIP p3

El resto de los campos se pueden dejar en blanco y se procede a crear un buzón.

Edición / Borrado de Extensiones

Para realizar un borrado o la edición de los parámetros de una extensión se debe seleccionar de la lista de extensiones configuradas y realizar los cambios que sean pertinentes al caso.

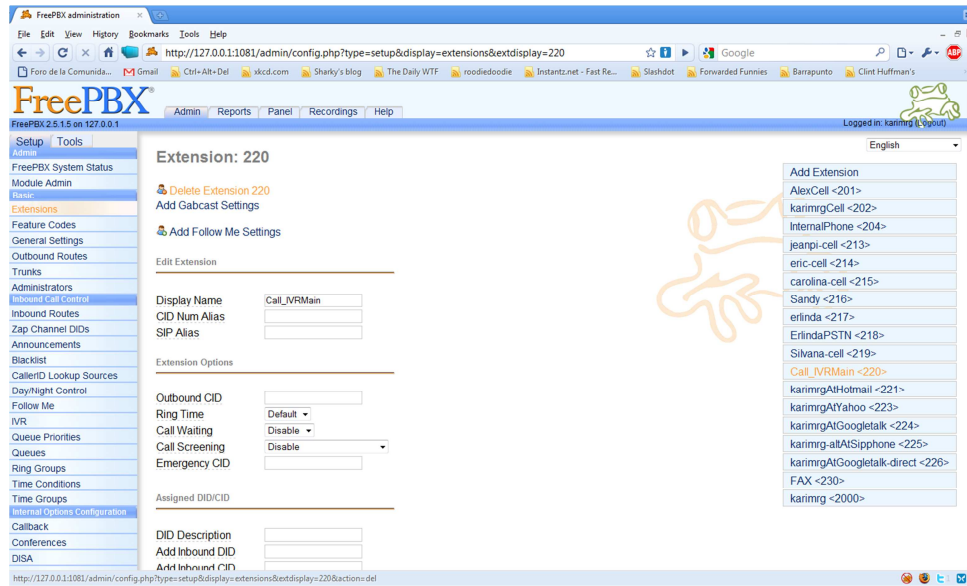


Figura 33. Edición Extensiones FreePBX

Definición de Trunks

Los trunks como tales son los servicios de entrada y salida que puede llegar a tener el SOFT-PBX.

En general estaremos agregando trunks de tipo "SIP" que son los que nos permitirán utilizar conexiones con servicios VO-IP como los mencionados anteriormente o hacer interfaz con un dispositivo SIP-PSTN como las SPA

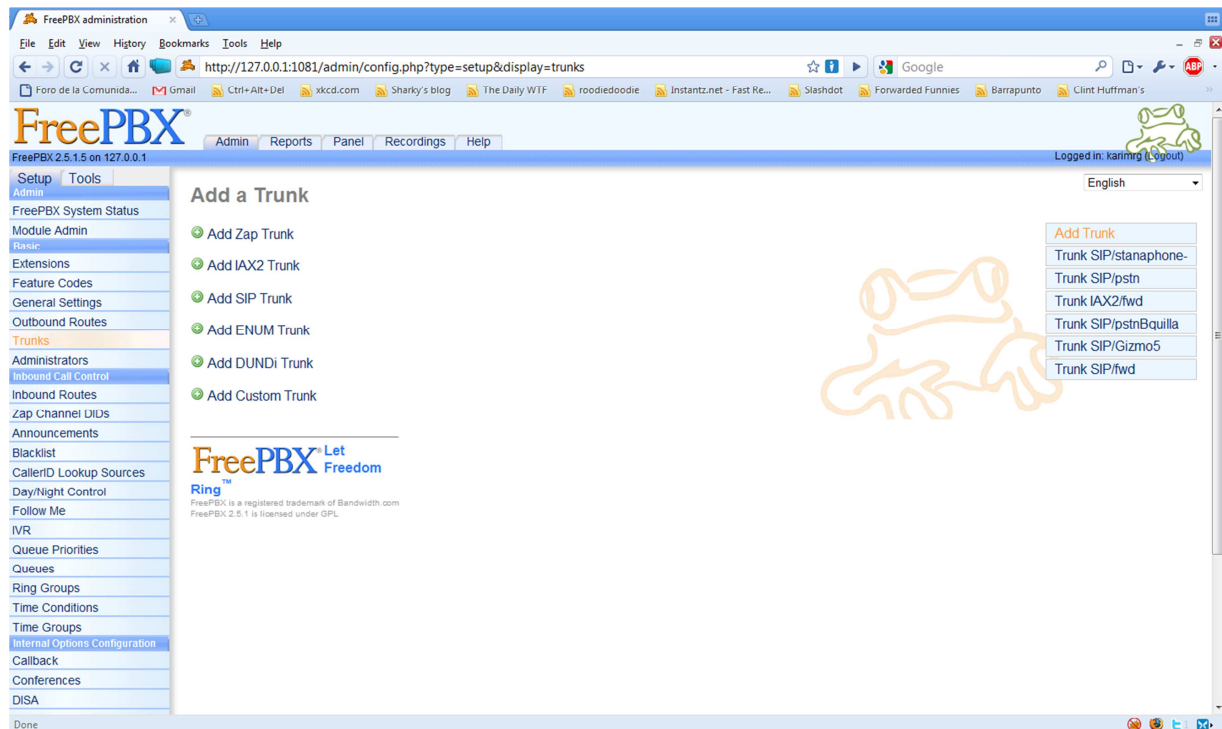


Figura 34. Definición Trunks

Para configurar un nuevo trunk se deben tener a mano los siguientes parámetros:

OutboundCallerID: Que será el numero con el cual será identificado una llamada que salga por este medio.

Aparte en Peer details se debe tener en cuenta los siguientes campos.

host=192.168.1.99 – Sera el IP del servidor SIO

port=5061 – Sera el Puerto del Servidor SIP

secret=5274674 – Sera password para conectarse con el servidor SIP

type=friend – Para recibir y realizar llamadas. (peer en caso de solo querer recibir)

username=pstn – Sera el usuario para conectarse con el servidor SIP

Otros parámetros recomendados:

disallow=all

allow=ulaw

canreinvite=no

context=from-trunk

dtmfmode=rfc2833

qualify=yes

nat=never

incominglimit=1

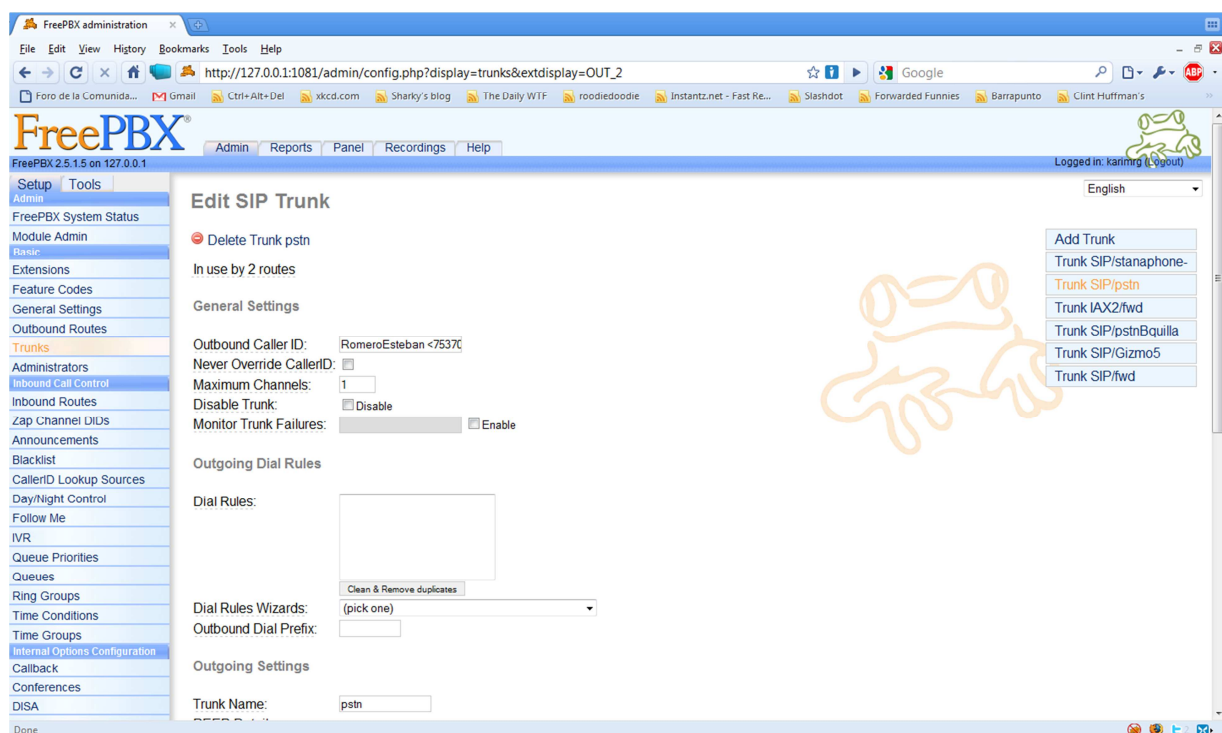


Figura 35. Edición Trunks

Definición de Outbound Routes

Las Outbound Routes, son las rutas de salida que el sistema utilizara en caso de se realice una marcación y es el encargado de enrutar dichas llamadas por los diferentes trunks.

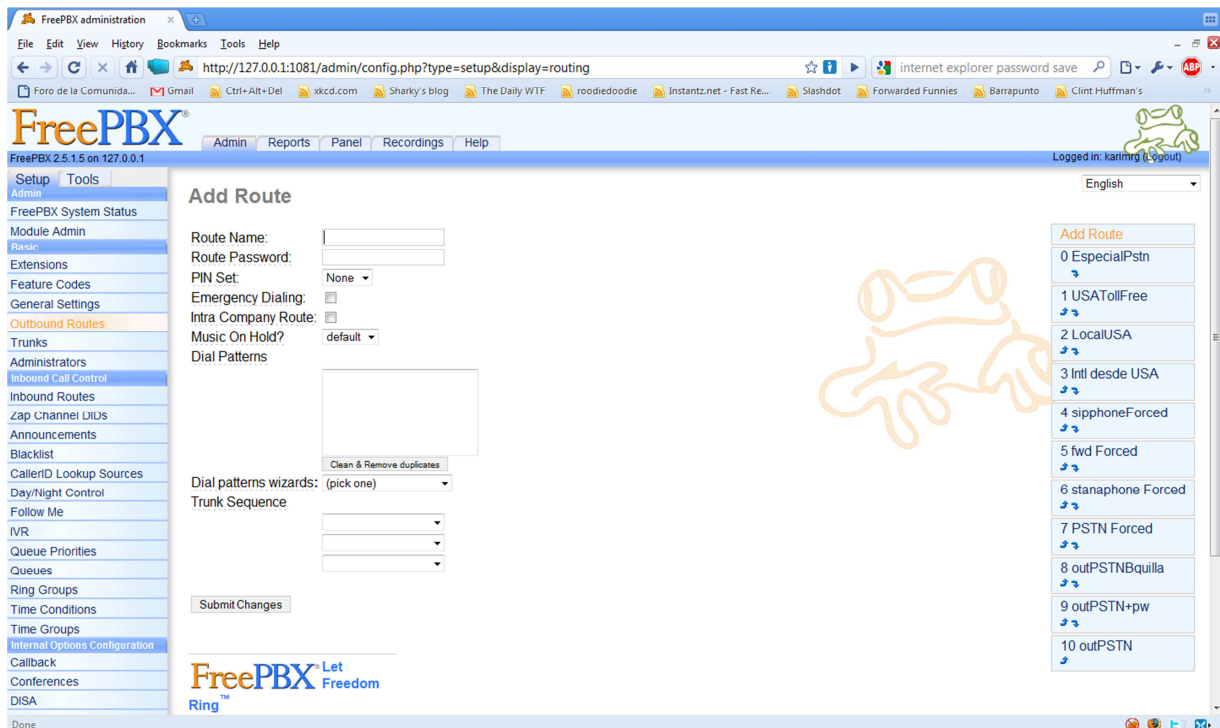


Figura 36. Definición Outbound-Rules

Es importante definir las siguientes variables:

Route Name: Sera el identificador de la ruta.

Dial Patterns: Que definirá las reglas que utilizar o desencadenaran el patrón.

Trunk Sequence: Que definirá porque trunk deberá intentar de salir la llamad.

Un ejemplo de una regla definida para salidas locales:

Dial Patterns: 911

NXXXXXX

Trunk: SIP\PSTN

La anterior definición siempre obligaría que cuando se marque un número como 911 o del tipo [2-9] [1-9] [1-9] [1-9] [1-9] [1-9] [1-9] salgan por el trunk que está definido como la línea local.

Opiniones (satisfacción del usuario).

Las experiencias recogidas de las personas que han implementado el sistema y en general usado son muy positivas y en general pavimentan el camino con sus experiencias a otras personas que puedan estar pensando implementar un sistema similar.

Los aspectos más importantes a destacar son:

- La configuración inicial es conceptualmente complicada, mas una vez entendidos los conceptos y siguiendo la guía se realiza sin problema.
- El sistema es muy flexible y el crecimiento de este es tan sencillo como agregar una extensión nueva para un usuario o punto de trabajo.
- Una vez el sistema está en su lugar el mantenimiento es mínimo y en caso de falla solamente es necesario reiniciar el sistema lo que resulta en un downtime de 3 minutos.
- La reducción en costo de las llamadas, especialmente entre sucursales y/o internacionales a través de un promovedor SIP es suficiente para formular un caso de negocio para microempresas que tengan que tener contacto con el exterior.

Futuro.

Si bien este documento solo estaba enfocado a brindar la funcionalidad básica de un IP-PBX en un futuro posibles extensiones a este documento podrían llevar al detalle el tema de uso de trunks avanzados y creación de sistemas IVR confeccionados a la medida de diferentes empresas. Habilidades que le darán a las microempresas funcionalidad avanzada que podrían llegar a ser de gran utilidad para ellos. Un ejemplo de esto podría ser un IVR que informara el estado de un envío de un paquete una vez proporcionado el número de guía.

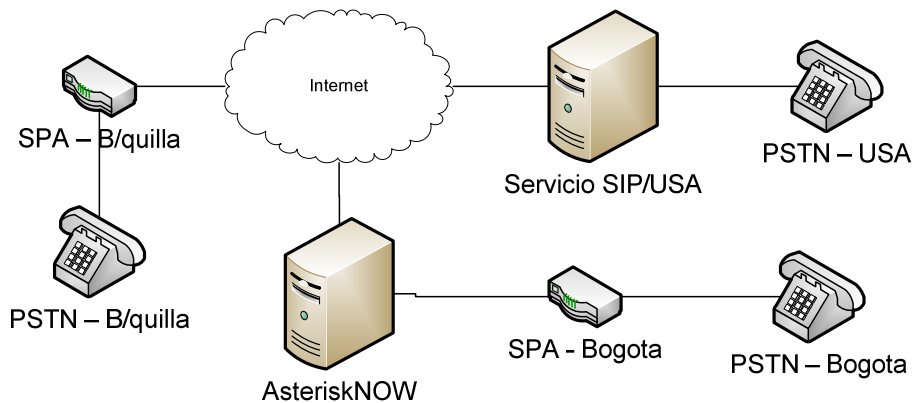
CASOS IMPLEMENTADOS.

Fml Romero-Estaban

Demostrando la utilidad de un sistema de bajo costo como este inclusive fuera del marco de las microempresas la familia Romero-Esteban decidió que les traería un valor importante tener un sistema de este tipo dado el núcleo familiar estaba dividido por diferentes zonas geográficas del país e inclusive el exterior.

Su problemática radicaba en que los miembros del grupo deseaban estar en contacto constante, sin embargo el costo de las llamadas al exterior e inclusive a los otros miembros en otras ciudades convertía en un tema problemático ya el solo costo de la telefonía limitaba mucho el contacto.

La solución fue implementar un SOFT-PBX en una locación central y conectar SPA en las sucursales que tenían servicio de internet.



Las SPA se conectan a través del Internet con el servidor de Asterisk que realiza las veces de SOFT-PBX y se registran como TRUNKS, estas a su vez están conectadas a líneas locales y permitirán a cualquier extensión realizar llamadas locales tanto a Barranquilla o Bogotá independiente de si la persona está en Barranquilla o en Bogotá.

El flujo de una llamada originada en Bogotá a un número telefónico en Barranquilla se realiza de la siguiente manera:

- El Outbound Rule detecta que la llamada debe salir por la SPA de B/quilla.
- El SOFT-PBX genera una llamada por Internet desde la SPA de Bogotá a la de Barranquilla
- La SPA de B/quilla recibe la llamada y la redirección a A la línea PSTN y la llamada es cobrada como local.

Adicionalmente se definió un TRUNK a un servidor SIP que cuenta con la infraestructura para realizar llamadas a Estados Unidos por un costo mucho menor al que sería la llamada internacional. Es de resaltar que este costo varia de servicio en servicio.

En resumen las características obtenidas fueron:

- Llamadas entre las sedes de Bogotá y Barranquilla sin costo.
- Llamadas locales a números fijos de Bogotá y Barranquilla desde las sedes a costo de llamada local. (independiente de la sede)
- Llamadas a Estados Unidos desde las sedes a un costo reducido de centavos por minutos.
- Recepción de llamadas en Estados Unidos gracias al número proveído por el operador SIP. Estas llamadas dependiendo de la extensión que se escoja serán atendidas en Bogotá o Barranquilla.

CONSIDERACIONES ADICIONALES.

Si bien es cierto que la implementación de un sistema de telefonía SOFT-PBX trae grandes ventajas inmediatamente para una empresa es necesario que se evalúen todas las implicaciones que puede tener.

La primera consideración que una empresa debe evaluar es que se debe definir exactamente qué es lo que quieren y cuáles son sus requerimientos. Si la empresa ha determinado que no tienen necesidad de tener extensiones o que todas sus llamadas son locales y muy pocas un sistema de telefonía avanzado no tiene mucho sentido. Sin embargo si es una empresa dinámica en la que la comunicación entre los agentes es importante y si están distribuidos geográficamente tener extensiones internas y no tener que realizar un costo adicional empieza a tener mucho sentido.

La segunda consideración es que el mantenimiento y gestión de una plataforma de este tipo no incluya mayor complejidad al ambiente de la empresa del que ya existe. Una ventaja de este tipo de soluciones es que se configura una vez y el ambiente sigue trabajando sin mayor intervención. Adicionalmente puede ser gestionado por la misma persona que está manejando cualquier ambiente computacional. En el caso de tener una solución de PBX convencional se necesitaría contratar a un consultor externo para que maneje o corrija cualquier falla en el sistema.

Finalmente la consideración final es monetaria. El sistema debe tener un costo muy reducido para la empresa y entregar mayor valor que su costo.

El promedio de inversión mínimo para una solución SoftPBX gira alrededor de 1.200.000 pesos. Esta inversión contempla la maquina servidor del SoftPBX y un adaptador SPA. Si el cliente tiene un PC que pueda reutilizar para la instalación del ambiente solo tendría que realizar la inversión del adaptador SPA que esta alrededor de 200.000 pesos. Con esta configuración el cliente puede tener las extensiones que el desee (utilizando SoftPhones). Con la inclusión del adaptador SPA todas las extensiones podrán realizar llamadas a través de la línea cableada regular del cliente (observando que este libre) y adicionalmente podrán realizar llamadas por internet a un costo mucho menor. (0.021 centavos de dólar vs 2 dólares como ejemplo para llamadas a Estados Unidos). Finalmente si adquieren servicios como Google

Voice pueden inclusive recibir llamadas gratuitas desde Estados Unidos. (Sin costo ni para el receptor como el emisor).

Solamente agregando los costos de llamadas en solo 55 minutos de llamadas al exterior el costo de la SPA es cubierto. En 333 minutos se cubre la inversión total (incluyendo el servidor). Si la empresa gasta 27 minutos mensuales en llamadas que no sean locales la inversión es recuperada en tan solo 1 año.

CONCLUSIONES

- Independientemente de que los proyectos Open Source sean increíblemente maduros y estables el hecho de que muchas veces no estén estructurados de una manera estable tiene como resultado de que muchas de las bondades de estos no estén bien documentadas y hacen que la adopción de dichas tecnologías sean muy difíciles.
- Es posible implementar un sistema avanzado de telefonía IP utilizando solamente tecnologías Open Source sin gastar dinero en soluciones costosas y complicadas.
- La solución planteada es capaz de entregar mucho valor a las microempresas al reducir los costos de telecomunicaciones y mejorar la comunicación interna de las empresas.
- Si bien el objetivo del documento era producir un manual que permita la implementación sencilla de un sistema de telefonía la persona que lo utiliza debe tener conocimientos moderados de informática para la correcta implementación de esto.
- Las microempresas deben tener claridad de que es exactamente lo que buscan en un sistema de telefonía IP antes de implementarlo ya que si bien es cierto que el sistema se puede configurar iterativamente, la empresa solo vera valor una vez tenga establecido claramente las interconexiones y servicios que espera tener y ofrecer.
- El continuo desarrollo de estas tecnologías y los resultados que pueden proveer las investigaciones que se encuentran en curso podrían revolucionar la forma en las que nos comunicamos e inclusive llevar a los hogares funcionalidades que jamás se plantearon.

RECOMENDACIONES

Dado que este documento plantea las bases para el desarrollo de un sistema de telefonía complejo sería de mucho valor para la Universidad Tecnológica de Bolívar desarrollar un piloto de dicho proyecto.

Como recomendaciones generales se plantea que el proyecto sea distribuido entre las dos sedes lo cual permitiría realizar llamadas entre los 2 puntos sin costo alguno.

Adicionalmente se podrán observar el comportamiento de recepción en una sede y re enrutamiento a la otra sede vía Internet.

Se podría plantear el desarrollo de un IVR que les permitirá a los estudiantes revisar su promedio académico, horario y calificaciones vía telefónica.

Adicionalmente se podría investigar la influencia de aplicación políticas de calidad de servicio (QoS) a servicios orientados a conexión y transmisión de voz en baja/alta latencia.

BIBLIOGRAFIA

- JACKSON, Benjamin y CHAMP, Clark III. Asterisk Hacking. Burlington: Syngress Publishing, 2007. ISBN 9781597491518
- ENDLER, David y COLLIER, Mark. Hacking Exposed VoIP- Voice Over IP Security Secrets & Solutions. New York: McGraw-Hill/Osborne, 2007. ISBN 0-07-226364-4
- PORTER, Thomas. Practical VoIP Security. Rockland: Syngress Publishing, 2006. ISBN 9781597490603
- SINNREICH, Henry y JOHNSTON, Alan. Internet Communications Using SIP: Delivering VoIP and Multimedia Services with Session Initiation Protocol, Second Edition. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 9780471776574
- MINOLI, Daniel. Voice Over IPv6: Architectures for Next Generation VoIP Networks. Burlington: Newnes, 2006. ISBN 9780750682060
- HERSENT, Olivier y PETIT, Jean-Pierre y GURLE, David. Beyond VoIP Protocols: Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony. West Sussex: John Wiley & Sons (UK), 2005. ISBN 9780470023624
- JOHNSTON, Alan B. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol, Second Edition. Norwood: Artech House, 2004. ISBN 9781580536554
- DAWSON, Keith. The Call Center Handbook. Fourth Edition. New York: CMP Books, 2001. ISBN 9781578203055
- GRIGONIS, Richard. Computer Telephony Encyclopedia. New York: CMP Books, 2000. ISBN 9781578200450
- Peterson, Kerstin. Business Telecom Systems: A Guide to Choosing the Best Technologies and Services. New York: CMP Books. ISBN 9781578200412

- Abrahams, John R., and Mauro Lollo. Centrex or PBX: The Impact of IP. Artech House. © 2003 ISBN:9781580534970
- FREEPBX. About. Disponible en: < <http://www.freepbx.org/about> > [citado en 24 Octubre 2008]
- GNUTELEPHONY. GNU Telephony. Disponible en: <http://www.gnutelephony.org/index.php/GNU_Telephony> [citado en 24 Octubre 2008]
- SIPFOUNDRY. Features. Disponible en: <<http://www.sipfoundry.org/features.html>> [citado en 24 Octubre 2008]
- CALIVIA. SipX Features. Disponible en: <http://sipx-wiki.calivia.com/index.php/SipX_Features> [citado en 24 Octubre 2008]
- TRIXBOX. Trixbox Community. Disponible en: <<http://www.trixbox.com/products/trixbox-ce>> [citado en 24 Octubre 2008]

ANEXO A. GPL V2

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2, June 1991

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.,
51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users. This General Public License applies to most of the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. (Some other Free Software Foundation software is covered by the GNU Lesser General Public License instead.) You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of

a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is

void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is

implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY

FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW.
EXCEPT WHEN
OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR
OTHER PARTIES
PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EITHER EXPRESSED
OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES
OF
MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE
ENTIRE RISK AS
TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU.
SHOULD THE
PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY
SERVICING,
REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO
IN WRITING
WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY
AND/OR
REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU
FOR DAMAGES,
INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES ARISING
OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT
NOT LIMITED
TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES
SUSTAINED BY
YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE
WITH ANY OTHER
PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED
OF THE
POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
Gnomovision version 69, Copyright (C) year name of author  
Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type  
`show w'.
```

This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than `show w' and `show c'; they could even be mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program
'Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1989
Ty Coon, President of Vice

This General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License.

ANEXO B . LGPL v3

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below.

0. Additional Definitions.

As used herein, "this License" refers to version 3 of the GNU Lesser General Public License, and the "GNU GPL" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"The Library" refers to a covered work governed by this License, other than an Application or a Combined Work as defined below.

An "Application" is any work that makes use of an interface provided by the Library, but which is not otherwise based on the Library. Defining a subclass of a class defined by the Library is deemed a mode of using an interface provided by the Library.

A "Combined Work" is a work produced by combining or linking an Application with the Library. The particular version of the Library with which the Combined Work was made is also called the "Linked Version".

The "Minimal Corresponding Source" for a Combined Work means the Corresponding Source for the Combined Work, excluding any source code for portions of the Combined Work that, considered in isolation, are based on the Application, and not on the Linked Version.

The "Corresponding Application Code" for a Combined Work means the object code and/or source code for the Application, including any data and utility programs needed for reproducing the Combined Work from the Application, but excluding the System Libraries of the Combined Work.

1. Exception to Section 3 of the GNU GPL.

You may convey a covered work under sections 3 and 4 of this License without being bound by section 3 of the GNU GPL.

2. Conveying Modified Versions.

If you modify a copy of the Library, and, in your modifications, a facility refers to a function or data to be supplied by an Application that uses the facility (other than as an argument passed when the facility is invoked), then you may convey a copy of the modified version:

a) under this License, provided that you make a good faith effort to ensure that, in the event an Application does not supply the function or data, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful, or

b) under the GNU GPL, with none of the additional permissions of this License applicable to that copy.

3. Object Code Incorporating Material from Library Header Files.

The object code form of an Application may incorporate material from a header file that is part of the Library. You may convey such object code under terms of your choice, provided that, if the incorporated material is not limited to numerical parameters, data structure layouts and accessors, or small macros, inline functions and templates (ten or fewer lines in length), you do both of the following:

a) Give prominent notice with each copy of the object code that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License.

b) Accompany the object code with a copy of the GNU GPL and this license document.

4. Combined Works.

You may convey a Combined Work under terms of your choice that, taken together, effectively do not restrict modification of the portions of the Library contained in the Combined Work and reverse engineering for debugging such modifications, if you also do each of the following:

- a) Give prominent notice with each copy of the Combined Work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License.
- b) Accompany the Combined Work with a copy of the GNU GPL and this license document.
- c) For a Combined Work that displays copyright notices during execution, include the copyright notice for the Library among these notices, as well as a reference directing the user to the copies of the GNU GPL and this license document.
- d) Do one of the following:
 - 0) Convey the Minimal Corresponding Source under the terms of this License, and the Corresponding Application Code in a form suitable for, and under terms that permit, the user to recombine or relink the Application with a modified version of the Linked Version to produce a modified Combined Work, in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.
 - 1) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (a) uses at run time a copy of the Library already present on the user's computer system, and (b) will operate properly with a modified version of the Library that is interface-compatible with the Linked Version.
- e) Provide Installation Information, but only if you would otherwise be required to provide such information under section 6 of the GNU GPL, and only to the extent that such information is necessary to install and execute a modified version of the Combined Work produced by recombining or relinking the Application with a modified version of the Linked Version. (If you use option 4d0, the Installation Information must accompany the Minimal Corresponding Source and Corresponding Application Code. If you use option 4d1, you must provide the Installation Information in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.)

5. Combined Libraries.

You may place library facilities that are a work based on the Library side by side in a single library together with other library facilities that are not

Applications and are not covered by this License, and convey such a combined library under terms of your choice, if you do both of the following:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities, conveyed under the terms of this License.

b) Give prominent notice with the combined library that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

6. Revised Versions of the GNU Lesser General Public License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library as you received it specifies that a certain numbered version of the GNU Lesser General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that published version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library as you received it does not specify a version number of the GNU Lesser General Public License, you may choose any version of the GNU Lesser General Public License ever published by the Free Software Foundation.

If the Library as you received it specifies that a proxy can decide whether future versions of the GNU Lesser General Public License shall apply, that proxy's public statement of acceptance of any version is permanent authorization for you to choose that version for the Library.