

**DESARROLLO DE UN SOFTPHONE, IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
CENTRALITA BASADA EN CÓDIGO LIBRE E INTEGRACIÓN CON  
HERRAMIENTA CRM**

Memòria del Projecte Fi de Carrera  
d'Enginyeria en Informàtica

realitzat per

Miguel Martínez Martínez

i dirigit per

Diego Javier Mostaccio Mancini

Bellaterra, 22 de Juny de 2011

El sotasignat, Diego Javier Mostaccio Mancini,  
Professor de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la UAB,

**CERTIFICA:**

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva direcció per en Miguel Martínez Martínez

I per tal que consti firma la present.

Signat:

Bellaterra, 22 de Juny de 2011

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ESTADO DEL ARTE Y CONCEPTOS BÁSICOS	7
2.1. ¿Qué es VoIP?	7
2.2. Elementos de una red VoIP	7
2.3. Protocolos de señalización en VoIP	8
2.4. Códecs de audio VoIP	9
2.5. Ventajas del sistema de telefonía IP	10
2.6. Problemas de la VoIP	11
2.7. Centralita Asterisk	11
2.7.1. Conceptos generales sobre Asterisk	12
2.7.2. Integración de Asterisk con la telefonía tradicional	12
2.8. Elastix	13
2.8.1. Breve historia de Elastix	13
2.8.2. Características de Elastix	14
3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	19
3.1. Descripción y organización de la empresa	19
3.2. Requisitos de la empresa sobre el nuevo sistema de telefonía	19
4. PLANIFICACIÓN DE TAREAS	23
5. JUSTIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESCOGIDAS	24
6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	27
7. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	29
7.1. Diseño e implementación de Elastix	29
7.2. Diseño del Softphone	32
7.2.1. Formularios	32
7.2.2. Módulos	38
7.2.3. Controles de usuario	39
7.2.4. Estructura de la base de datos	40
7.3. Implementación del Softphone	43
7.3.1. SipekSdk	43
8. INTEGRACIÓN CON HERRAMIENTA CRM	45
9. METODOLOGÍA PARA HACER PRUEBAS	48
10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	52
BIBLIOGRAFÍA	54

## **ANEXO I**

<b>CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS</b>	<b>55</b>
Instalación de Elastix	55
Configuración de la centralita Asterisk mediante Elastix	55
Configuración de extensiones	56
Configuración de los códigos de funcionalidades	57
Configuración del troncal con el SPA-3102	58
Configuración de la operadora digital (IVR)	59
Configuración de llamadas entrantes y salientes	60
Llamadas entrantes (Inbound Routes)	60
Llamadas salientes (Outbound Routes)	61
Configuración de colas	62
Configuración de las salas de conferencias	63
Configuración del estacionamiento de llamadas	64
Configuración del buzón de voz	65
Configuración del softphone	66
Configuración del Gateway VoIP (SPA-3102)	67

# 1 - INTRODUCCIÓN

---

Hoy en día existen muchas empresas del sector de las telecomunicaciones que ofrecen soluciones telefónicas. El inconveniente de estas soluciones comerciales es que son cerradas, propietarias y la gran mayoría costosas. Por el contrario, la centralita telefónica Asterisk es un programa de software libre con una tecnología abierta que proporciona un estándar de comunicaciones VoIP, lo que permite no estar sujeto a las limitaciones de ningún fabricante y ofrece la libertad de desarrollar las innovaciones que sean necesarias.

Por otro lado, en la actualidad también existen gran variedad de softphones, (software que hace la simulación de un teléfono convencional a través de un ordenador) que soportan diferentes códecs y protocolos de establecimiento de llamada, los cuales son desarrollados o bien por empresas y por tanto de pago, o bien por particulares y de código abierto. Entre los softphones más populares (X-Lite o eyeBeam de la firma CounterPath, Skype...) se pueden encontrar algunos no comerciales, (como es caso del X-lite) y como es lógico, por el hecho de ser versiones gratuitas no cuentan con todas las funcionalidades de las que pueden disponer los softphones comerciales.(la implementación de estas tiene unos costes)

Los softphones de carácter no comercial y de código abierto presentan algunos inconvenientes que implica la condición de ser gratuitos, como pueden ser: no disponer de una interfaz gráfica de usuario amigable e intuitiva, o requerir un cierto conocimiento de la tecnología VoIP para su configuración y su posterior utilización, por no decir de los que se ofrecen con unas funcionalidades mínimas. Es decir no cumplen con las características que puede tener un softphone propietario. Es por todo lo anterior por lo que mediante este proyecto se pretende desarrollar un teléfono software que pueda disponer de la gran mayoría de las funcionalidades que cumple un softphone comercial.

El objetivo principal de este proyecto consistirá en la creación y configuración de una centralita telefónica asterisk que ofrezca la mayor parte de las funcionalidades de un sistema de telefonía implantado en cualquier pequeña o mediana empresa de la actualidad. Además será construido un teléfono software basado en el protocolo de señalización SIP que permitirá la explotación de las funcionalidades configuradas en dicha centralita.(transferencia de llamada, desvío de llamada, captura de llamada, sala de conferencias, buzón de voz..) Este sistema de telefonía permitirá la comunicación entre teléfonos de varios tipos: softphones, teléfonos IP y teléfonos analógicos.(red pública de telefonía, PSTN) Además tendrá la capacidad de integrarse con la herramienta SugarCRM y con cualquier sistema que disponga de una BBDD que tenga una tabla de contactos con los campos nombre de usuario y extensión telefónica.(ya sea una herramienta CRM o cualquier otro tipo de sistema) Para todo ello se utilizará

software libre y se realizará todo sobre una máquina virtual, aportando de esta manera una fácil integración en cualquier infraestructura, además de una fácil escalabilidad y portabilidad en sistemas diferentes.

Para la creación del proyecto se han empleado 300 horas, de las que 45 se han dedicado a la parte de análisis de requerimientos (15%), 60 horas al diseño (20%), 150 horas a la implementación (50%) y 40 horas a las pruebas (15%). La memoria se ha ido elaborando en paralelo con las diferentes fases del proyecto, por lo que el tiempo empleado en su elaboración está contenido dentro del tiempo dedicado a cada fase.

La memoria ha sido estructurada en 10 capítulos. En el capítulo 2 se describe el estado del arte y los conceptos básicos de la tecnología VoIP, de la centralita telefónica Asterisk y del paquete Elastix. En el capítulo 3 se muestran los requerimientos y los objetivos del proyecto. En el capítulo 4 se detalla la planificación de las tareas que se llevarán a cabo para la realización del proyecto. En el capítulo 5 se describen las herramientas seleccionadas para crear el proyecto y la justificación para la elección de cada una de ellas. En el capítulo 6 se muestra la arquitectura del sistema. En el capítulo 7 se describe el diseño y la implementación del sistema. En el capítulo 8 se describe la forma de realizar la integración del sistema telefónico con la herramienta SugarCRM. En el capítulo 9 se muestra la metodología seguida para la realización de las pruebas sobre el sistema. En el capítulo 10 se describen las conclusiones obtenidas y las líneas futuras en las que se puede seguir investigando.

## 2 - ESTADO DEL ARTE Y CONCEPTOS BÁSICOS

---

### 2.1. *¿Qué es VoIP?*

El término VoIP (Voice Over Internet Protocol) define la tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para ser transportados sobre redes IP sin necesidad de disponer de circuitos conmutados como es el caso de la red de telefonía conmutada.(PSTN) Este sistema permite la convivencia con los sistemas actuales de comunicación. La ventaja de la telefonía IP frente a la red convencional es que mientras esta última se basa en la conmutación de circuitos (durante una conversación se establece un circuito físico lo cual implica la reserva de recursos hasta que no finaliza la comunicación) mientras que en la primera no se utilizan circuitos físicos para las conversaciones, sino que se envían múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y flujos independientes. Se utiliza de una forma más eficiente el ancho de banda puesto que cuando se producen silencios en una conversación los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red.

### 2.2. *Elementos de una red VoIP*

La arquitectura para la transmisión de voz sobre una red IP define los siguientes elementos fundamentales en su estructura:

- |             |  |
|-------------|--|
| Terminales: | teléfonos IP que pueden ser hardware o software.(en este caso se denominan softphones)   |
| SoftSwitch: | es el elemento central de la red. Su función es la de control y gestión de los recursos de la red, (control del ancho de banda, enrutamiento de llamadas..) de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma. Sería el sustituto de las actuales centrales. |
| Gateway:    | dispositivo que hace de enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente al usuario. Convierte la VoIP en voz analógica y viceversa, permitiendo de esta forma la realización y recepción de llamadas con la red telefónica básica.                    |
| Red IP:     | provee conectividad entre todos los terminales. La red IP puede ser una red privada, una Intranet o Internet.  |

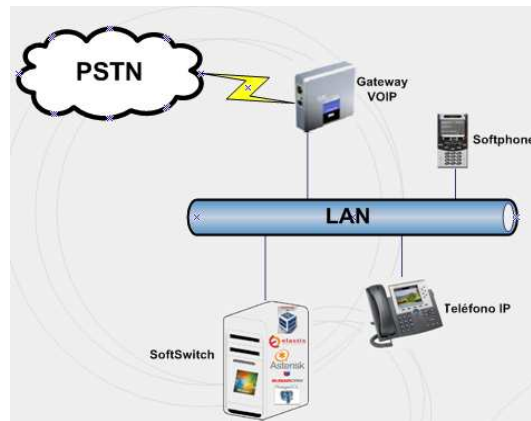


Figura 1. Elementos de una red VoIP

### 2.3. Protocolos de señalización en VoIP

Son los lenguajes que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Los más importantes son:

-*H323*: es el protocolo más antiguo y ofrece un soporte excelente de video ya que originalmente se orientó a servicios de videoconferencia. Su punto más negativo es la falta de flexibilidad ya que la petición de llamada depende de los elementos que intervienen en esta.

-*SIP* (Session Initiation Protocol) : es un protocolo de señalización para el establecimiento, mantenimiento y terminación de sesiones interactivas entre usuarios. Los mensajes que se intercambian en el protocolo SIP pueden ser peticiones (Figura 2) o respuestas. Un servidor, tras la recepción de una solicitud envía una o varias respuestas. Cada respuesta tiene un código que indica el estado de la transacción. Estas pueden ser de diferentes tipos, tal y como se muestra en la Figura 3. Las respuestas tienen junto al código de estado una frase legible que informa del significado del código de la respuesta. Esto es para que el usuario sepa realmente lo que sucede ya que el protocolo sólo tiene en cuenta para su funcionamiento el código.

Método	Descripción
REGISTER	Registra al usuario
INVITE	Invita a un usuario o servicio a participar en una sesión
ACK	Confirma el establecimiento de una sesión
BYE	Indica la finalización de una sesión
OPTION	Solicita información sobre las capacidades de un servidor
CANCEL	Cancela una petición pendiente

Figura 2. Métodos de petición SIP



<b>Códigos</b>	<b>Tipos</b>
100-199	Informativo
200-299	Éxito
300-399	Redirección
400-499	Error cliente
500-599	Error servidor
600-699	Error Global

*Figura 3. Códigos de respuesta SIP*

Es el protocolo más extendido con diferencia ya que es considerado un protocolo muy fácil de integrar y muy flexible ya que puede funcionar en multitud de escenarios. Dispone de mecanismos que permiten garantizar la seguridad en las comunicaciones. La gran mayoría de teléfonos IP soportan este protocolo.

-*MGCP* (Media Gateway Control Protocol) : es un protocolo que tiene mucha facilidad para ampliarse y en el que la centralita Asterisk se desenvuelve de forma muy óptima. Es un protocolo propietario de Cisco.

-*IAX*: (Inter Asterisk eXchange) fue desarrollado por Digium para la comunicación entre centralitas basadas en Asterisk. En la actualidad también han sido implementados clientes que soportan este protocolo. El principal objetivo de este protocolo es reducir el ancho de banda en la transmisión de voz y video a través de las redes IP además de proveer un soporte nativo para ser transparente a los NATs. Actualmente se utiliza la segunda versión de este protocolo: **IAX2**, que además de ser robusta y simple en comparación con otros protocolos, permite transportar cualquier tipo de datos y manejar gran cantidad de códecs. El inconveniente de este protocolo es que no está estandarizado y por tanto no está muy extendido en dispositivos hardware.

#### **2.4. Códex de audio VoIP**

La codificación de la voz analógica es una de las partes principales y problemáticas de la voz sobre IP. El hecho que la voz se tenga que transportar en tiempo real provoca que los paquetes tengan que transmitirse de una forma muy rápida, ya que en caso contrario se escucharía la conversación cortada y con muchos retardos.

El proceso de codificación consiste en que a partir de una señal analógica, en este caso la voz, obtener una señal digital, de tal manera que pueda ser transmitida a

través de la red, y una vez llegue a su destino pueda reconstruirse de nuevo a su forma analógica original para poder ser escuchada. Al conjunto de este codificador y decodificador se le llama códec.

En la elección de un códec se ha de tener en cuenta la cantidad de ancho de banda que utiliza ya que suele ser directamente proporcional a la calidad del servicio que se desea obtener.

En la Figura 4 se pueden ver los códecs más comunes, el algoritmo de compresión que utilizan y el ancho de banda que pueden llegar a consumir.

<b>Códec</b>	<b>Algoritmo</b>	<b>Velocidad</b>
G. 711	PCM (Pulse Code Modulation)	64 Kbps
G. 726	ADPCM (Adaptative Differential PCM)	16,24,32,40 Kbps
G. 728	LD-CELP (Low Delay Code Excited Linear Prediction)	16 Kbps
G. 729	CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic CELP)	8 Kbps
G.723.1	MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization) ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction)	6,3 y 5,3 Kbps

*Figura 4. Códecs estándar*

Se puede comprobar que el códec G.711 requiere poco consumo de CPU (poca compresión) pero tiene un gran consumo de ancho de banda mientras que el códec G.723.1 requiere gran consumo de CPU (compresión elevada) y utiliza un ancho de banda reducido.

## **2.5. Ventajas del sistema de telefonía IP**

La utilización de la voz sobre ip reduce costos en la instalación y el mantenimiento, además de mejorar la escalabilidad; es posible la transmisión de más de una llamada sobre la misma línea telefónica, lo que hace que sea muy fácil la incorporación de nuevas líneas telefónicas ante nuevos empleados.

El hecho de estar basada en estándares implica que sea compatible con hardware de diferentes fabricantes/proveedores.

La telefonía ip no requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura una conversación, lo que implica un uso más eficiente de los recursos que intervienen en la realización de una llamada, ya que pueden ser utilizados en otra cuando se produce un silencio.

La telefonía IP ofrece la integración de servicios de telecomunicaciones (voz, datos, video e internet) sobre una misma red de una forma rápida y eficiente.

Otra característica importante que ofrece la telefonía IP es que permite la movilidad de los empleados dentro de una empresa ya que pueden conectar el teléfono IP en cualquier toma Ethernet o instalar un softphone en cualquier ordenador, manteniendo en ambos casos la misma extensión.

## **2.6. Problemas de la VoIP**

Transportar la información dividida en paquetes presenta el inconveniente de que estos se pueden perder y de que no haya una garantía sobre el tiempo que tardarán en llegar de un extremo al otro de la comunicación.

La calidad de servicio (QoS) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información (paquetes de voz) en un momento concreto, priorizando un determinado tráfico sobre otros. Es necesario ofrecer calidad del servicio ya que la transmisión de voz en tiempo real es crítica. La QoS viene definida por diferentes parámetros, como son el *retardo*, que es el tiempo que tarda la voz en llegar a su destino, el *jitter*, que es la variación del retardo y la pérdida de paquetes.

## **2.7. Centralita Asterisk**

Asterisk es una centralita software (PBX) de código abierto que corre en una plataforma linux, que permite conectar las redes PSTN y las redes VoIP. Este proyecto fue desarrollado por el ingeniero Mark Spencer, miembro fundador de la compañía Digium, principal desarrolladora de Asterisk.

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

Asterisk incluye muchas características que antes de su creación sólo estaban disponibles en costosos sistemas propietarios PBX, como es el caso de las conferencias, IVR (Interactive Voice Response), buzón de voz y otras muchas funcionalidades. Estas funcionalidades pueden seguir creciendo ya que los usuarios pueden crear nuevas escribiendo un plan de llamadas (dialplan) en el lenguaje script de asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado por Linux.

Por tanto, a pesar de ser una aplicación software ofrece las mismas características y servicios que los caros sistemas propietarios PBX. En este proyecto se utilizará el paquete *Elastix* para administrar la centralita telefónica Asterisk.

### **2.7.1. Conceptos generales sobre Asterisk**

Un *Canal* es el medio por el que se transmiten las llamadas entrantes y salientes. Entre los canales más importantes se encuentran H323, IAX2, SIP (Protocolos de VoIP) y ZAP (líneas analógicas y digitales)

El *Dialplan* consiste en la configuración de la centralita Asterisk que marca el camino a seguir por las llamadas, desde su inicio a su finalización. Se puede definir como la lógica de comportamiento de Asterisk. El Dialplan de Asterisk se divide en uno o varios contextos, siendo un contexto una colección de extensiones.

Una Extensión corresponde a los comandos que Asterisk debe ejecutar cuando recibe un evento relacionado con una llamada.(llamada entrante, pulsado de dígitos en un canal..) Estos comandos son *aplicaciones* que controlan el comportamiento de la llamada y del sistema en sí.(hangup, dial...)

### **2.7.2. Integración de Asterisk con la telefonía tradicional**

La integración se realiza a partir de Interfaces analógicos: (dispositivos FXO, FXS), los cuales permiten conectar el servidor Asterisk con la red de telefonía básica y/o teléfonos analógicos. Los dispositivos FXO se utilizan para conectar con líneas analógicas PSTN, mientras que los dispositivos FXS permiten conectar teléfonos analógicos a Asterisk.



*Figura 5. Interfaces analógicas*

## 2.8. Elastix

Es una distribución de software libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un paquete diferentes tecnologías: VoIP PBX, Fax, mensajería instantánea, e-mail y herramientas CRM, mediante los programas Asterisk, Hylafax, Openfire, postfix y SugarCRM respectivamente. El sistema operativo se basa en Centos, que es una conocida distribución Linux orientada a servidores. La potencia de este paquete está en la interface web de la que dispone, la cual permite administrar e integrar los servicios anteriormente comentados de una forma fácil y sencilla.

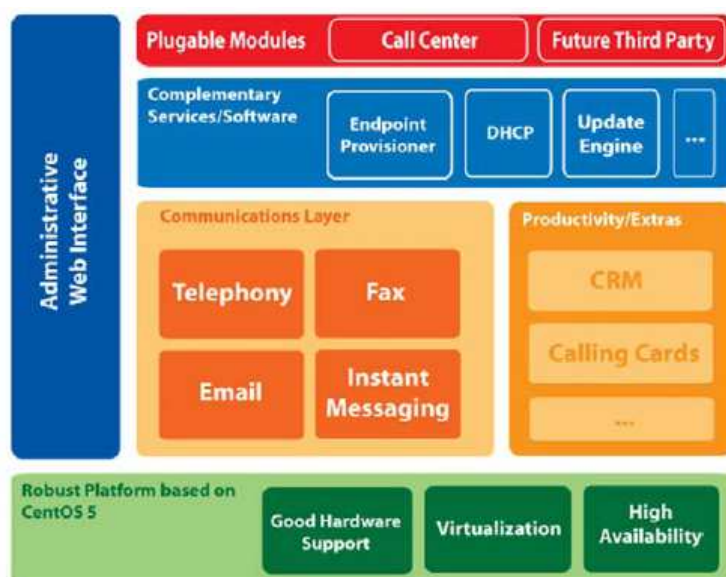


Figura 6. Esquema general de Elastix

### 2.8.1. Breve historia de Elastix

Elastix fue creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions. Elastix fue liberado por primera vez en marzo de 2006 pero no se trataba de una distribución sino más bien de una interfaz para mostrar registros de detalles de llamadas para asterisk. Fue a finales de diciembre de 2006 cuando fue lanzada como una distribución que contenía muchas herramientas interesantes administrables bajo una misma interfaz Web que llamó la atención por su usabilidad.

Desde entonces hasta la fecha esta distribución no ha parado de crecer en popularidad y actualmente es una de las preferidas del mercado. En 2007 el proyecto estuvo nominado en 2 categorías para los premios CCA de SourceForge.

## 2.8.2. Características de Elastix

Las características más importantes son:

### VoIP PBX

- Grabación de llamadas con interfaz vía Web
- Voicemails con soporte para notificaciones por e-mail
- IVR configurable y bastante flexible
- Soporte para sintetización de voz
- Herramienta para crear lotes de extensiones lo cual facilita instalaciones nuevas
- Cancelador de eco integrado
- Provisionador de teléfonos vía Web. Esto permite instalar numerosos teléfonos en muy corto tiempo.
- Soporte para Video-teléfonos
- Interfaz de detección de hardware de telefonía
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IPs a Teléfonos IP.
- Panel de operador. Desde donde el operador puede ver toda la actividad telefónica de manera gráfica y realizar sencillas acciones drag-n-drop como transferencias, aparcar llamadas, etc
- Aparcamiento de llamadas
- Reporte de detalle de llamadas (CDRs) con soporte para búsquedas por fecha, extensión y otros criterios
- Tarificación con informes de consumo por destino
- Informe de uso de canales por tecnología (SIP, ZAP, IAX, Local, H323)
- Soporte para colas de llamadas
- Centro de conferencias. Desde donde se puede programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta protocolo SIP, IAX, H323, MGCP, SKINNY entre otros
- Códecs soportados: ADPCM, G.711 (A-Law &  $\mu$ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC
- Soporte para interfaces análogas FXS/FXO
- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de protocolos PRI/BRI/R2
- Soporte para interfaces bluetooth para celulares (canal chan\_mobile)
- Identificación de llamadas
- Troncalización
- Rutas entrantes y salientes las cuales se pueden configurar por coincidencia de patrones de marcado lo cual da mucha flexibilidad
- Soporte para follow-me
- Soporte para grupos de timbrado
- Soporte para *paging* e *intercom*. El modelo de teléfono debe soportar también esta característica
- Soporte para condiciones de tiempo. Es decir que la central se comporte de un modo diferente dependiendo del horario
- Soporte para PINes de seguridad
- Soporte DISA

- Soporte Callback
- Editor Web de archivos de configuración de Asterisk
- Acceso interactivo desde el Web a la consola de Asterisk

## **FAX**

- Servidor de Fax administrable desde Web
- Visor de Faxes integrado, pudiendo descargarse los faxes desde el Web en formato PDF.
- Aplicación fax-a-email
- Personalización de faxes-a-email
- Control de acceso para clientes de fax
- Puede ser integrado con WinprintHylafax. Esta aplicación permite, desde cualquier aplicación Windows, enviar a imprimir un documento y este realmente se envía por fax.
- Configurador Web de plantillas de emails

## **GENERAL**

- Ayuda en línea incorporada
- Elastix está **traducido a 22 idiomas**
- Monitor de recursos del sistema
- Configurador de parámetros de red
- Control de apagado/re-encendido de la central vía Web
- Manejo centralizado de usuarios y perfiles gracias al soporte de ACLs
- Administración centralizada de actualizaciones
- Soporte para copias de seguridad y la restauración de las mismas a través del Web
- Soporte para temas o skins
- Interfaz para configurar fecha/hora/huso horario de la central

## **EMAIL**

- Servidor de correo electrónico con soporte multidominio
- Administrable desde Web
- Interfaz de configuración de Relay
- Cliente de Email basado en Web
- Soporte para "cuotas" configurable desde el Web
- Soporte antispam
- Soporte para manejo de listas de correo

## **COLABORACIÓN**

- Calendario integrado con PBX con soporte para recordatorios de voz
- Libreta telefónica (Phone Book) con capacidad clic-to-Media:call
- Dos productos de CRM integrados a la interfaz como vTigerCRM y SugarCRM

## **EXTRAS**

- Interfaz de generación de tarjetas de telefonía basada en software A2Billing
- CRM completo basado en el producto vTigerCRM
- También versión de código abierto de SugarCRM

## **CENTRO DE LLAMADAS**

- Módulo de centro de llamadas con marcador predictivo incluido. Más detalle de este módulo más abajo.

## **MENSAJERÍA INSTANTÁNEA**

- Servidor de mensajería instantánea basado en Openfire e integrado a PBX con soporte para protocolo XMPP, lo que permite usar una amplia gama de clientes de mensajería instantánea disponibles
- Se puede iniciar una llamada desde el cliente de mensajería (si se usa el cliente Spark (software))
- El servidor de mensajería es configurable desde Web
- Soporta grupos de usuarios
- Soporta conexión a otras redes de mensajería como MSN, Yahoo Messenger, Google Talk, ICQ, etc. Esto permite estar conectado a varias redes desde un mismo cliente
- Informe de sesiones de usuarios
- Soporte para plugins
- Soporta LDAP
- Soporta conexiones server-to-server para compartir usuarios

## **Soporte para hardware de telefonía**

Elastix cuenta con un buen soporte para hardware de telefonía, contando con drivers para los principales fabricantes de tarjetas como:

- OpenVox
- Digium
- Sangoma
- Rhino Equipment
- Xorcom
- Yeastar

La mayoría de estos controladores se soportan a través de los drivers del proyecto Zaptel o versiones modificadas del mismo. Otros se soportan en base al proyecto mISDN u otros.

Elastix también soporta muchas marcas de teléfonos gracias a que los protocolos SIP e IAX que usa Asterisk lo permiten. Estos protocolos son abiertos por lo que prácticamente cualquier fabricante puede implementar un teléfono que se comunique sobre estos estándares.



Algunos fabricantes de teléfonos soportados son:

- Polycom
- Atcom
- Aastra
- Linksys
- Snom
- Cisco
- Nokia
- UTstarcom
- Yealink

### **Módulo para centros de llamadas**

Elastix es la primera distribución en ofrecer un módulo de centro de llamadas con marcador predictivo incluido siendo éste totalmente software libre. Este módulo se lo puede instalar de manera muy sencilla a través del "cargador de módulos" que provee la interfaz de Elastix.

Con este módulo la implementación de un proyecto de centro de llamadas se puede realizar en un tiempo mucho menor al habitual.

El módulo de centro de llamadas puede manejar tanto campañas de llamadas entrantes como salientes. Algunas de las características son:

- Soporte para lista de números no-llamar (Do-Not-Call List)
- Soporte para campañas entrantes y salientes
- Asociación de formularios por campaña
- Asociación de guión por campaña
- Consola de agente
- Soporte para breaks, siendo estos configurables y de diferentes tipos
- Marcador predictivo de código abierto
- Informes avanzados

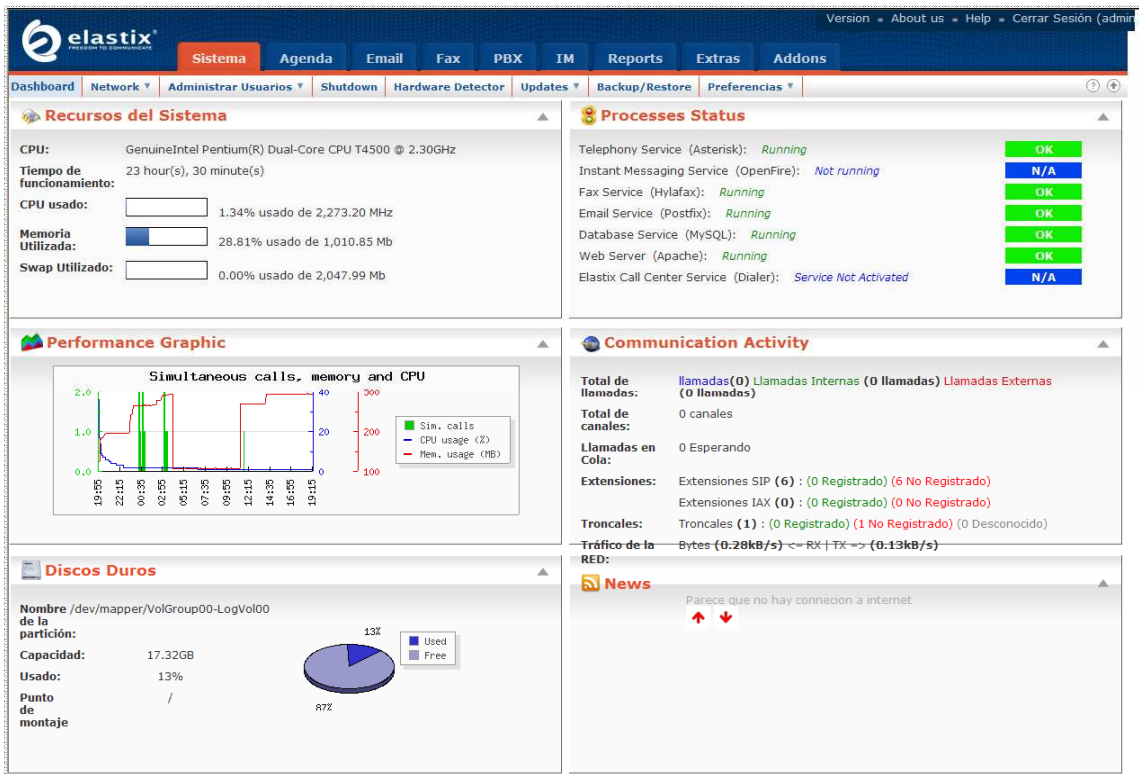


Figura 7. Pantalla principal de Elastix

## 3 - ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

---

Para la realización del proyecto se ha partido de la idea de la existencia de una empresa ficticia que pretende implementar un sistema de telefonía IP personalizado.

### 3.1. *Descripción y organización de la empresa*

La empresa **Eages Solutions** (una PYME ficticia de unos 40 trabajadores) se dedica al desarrollo de proyectos informáticos. La organización de esta empresa está dividida en diferentes departamentos:

-**Departamento comercial:** se encarga de elaborar ofertas comerciales sobre proyectos a los clientes.

-**Departamento de administración:** su función es controlar la documentación de la empresa, además de llevar el registro y la contabilidad de operaciones.

-**Departamento técnico:** se encargan de solucionar las incidencias técnicas que surgen en casa del cliente y de llevar el mantenimiento de los proyectos.

-**Departamento de desarrollo:** elabora las soluciones software solicitadas por los clientes. Está formado por programadores, analistas y jefes de proyecto.

### 3.2. *Requisitos de la empresa sobre el nuevo sistema de telefonía:*

Esta empresa solicita que se ponga en marcha un sistema de telefonía VoIP que cumpla los siguientes requisitos:

- 1) Todo el personal de la empresa debe disponer de una extensión telefónica.
- 2) Disponer de 4 líneas analógicas para comunicaciones con la PSTN y que haya un número principal que agrupe a todas.(sería el número de contacto de la empresa)
- 3) Todas las extensiones de la empresa han de disponer de buzón de voz.

- 4) Todas las llamadas procedentes del exterior serán tratadas por una operadora digital mediante un menú con diferentes opciones que irán guiando al llamante hasta llegar a la persona con la que quiere entrar en contacto. El menú que anunciará esta operadora se muestra en la Figura 8.

1. Departamento comercial
2. Departamento administrativo
3. <i>Departamento técnico</i>
4. Departamento de desarrollo
5. Unirse a una conferencia
6. Hablar con recepción

*Figura 8. Opciones del menú de operadora virtual*

Este menú será anunciado después de emitir un mensaje de bienvenida: “Bienvenidos a Eages Solutions”.

- Si se elige la opción 1 la llamada será dirigida a la persona de contacto del departamento comercial.
- Si se elige la opción 2 la llamada será dirigida a la persona de contacto del departamento administrativo.
- Si se elige la opción 3 la llamada se envía a una cola, en la que los miembros del departamento técnico atenderán las llamadas. Mientras no responde nadie a la llamada se irá reproduciendo un mensaje de voz que va anunciando “En breves momentos será atendido; manténgase a la espera por favor”.
- Si se elige la opción 4 la llamada será dirigida a la persona de contacto del departamento de desarrollo.
- Si se pulsa la opción 5 la llamada será dirigida a la sala de conferencias.
- Si se elige la opción 6 la llamada será atendida por la persona de contacto del departamento administrativo.

Si se introduce un número fuera del intervalo [1-6] se reproducirá el siguiente mensaje informativo: “La opción pulsada no es válida; introduzca de nuevo la opción”.

- 5) Distribución automática de llamadas para el departamento técnico ya que será el departamento que esté en contacto directo con los clientes y necesita distribuir la carga de llamadas de una forma eficiente. Existen diferentes políticas de gestionar las colas de llamadas, pero la empresa solicita que se implemente la estrategia de atención de llamadas **leastrecent**.(la llamada se pasa al agente que hace más tiempo que ha recibido una llamada)
- 6) Disponer de una Sala de conferencias permanente, con extensión 3000.
- 7) Posibilidad de aparcar llamadas para poder recuperarlas desde cualquier extensión interna.
- 8) Disponer de una herramienta que permita extraer “Reports de las llamadas” que han sido registradas en la centralita telefónica.
- 9) Disponer de una herramienta que permita ver en tiempo real la actividad de la centralita telefónica.(llamadas en curso, conferencias, colas..)
- 10) Poder grabar llamadas y posibilidad de descargarlas.
- 11) Diseñar un Softphone para que pueda ser utilizado por todo el personal de la empresa, que explore la gran mayoría de las funcionalidades proporcionadas por la centralita telefónica Asterisk y se exige que se cumplan estrictamente las siguientes:
  - Permitir realizar y recibir llamadas.(tanto entre teléfonos de la empresa como entre teléfonos internos y todo tipo de teléfonos de la PSTN)
  - Gestionar 2 llamadas simultáneas.
  - Rellamar al último número llamado.
  - Transferencia de una llamada a cualquier teléfono.(ya sea interno o externo)
  - Desviar las llamadas recibidas por una extensión hacia otra, previamente configurada.
  - Puesta en espera de una llamada.
  - Captura de llamada.
  - Sala de conferencias que permita la conversación entre usuarios de la empresa y usuarios externos de la PSTN.
  - Parking de llamadas.
  - Disponer de una pantalla de marcaje rápido.
  - Disponer de una agenda con los números más utilizados por un usuario.
  - Implementación de una herramienta CRM para poder recopilar información sobre los clientes y ver las necesidades de estos para mejorar la calidad en la atención.

- Disponer de un listín corporativo, sobre el que los usuarios de la empresa sólo podrán ver la jerarquía de teléfonos previamente configurados por el administrador del sistema de telefonía. Además se han de poder visualizar en este listín los contactos existentes en la herramienta CRM elegida, permitir realizar llamadas sobre estos e incluir un botón de refresco para actualizar la lista de contactos.(esta lista puede ser modificada debido a cambios de extensiones telefónicas de contactos, bajas, altas..)
- Disponer de un listín personal, el cual podrá ser personalizado por cada empleado.
- Permitir realizar en ambos listines la búsqueda de teléfonos, tanto por extensión como por nombre de usuario.
- Buzón de voz para cualquier extensión de la empresa.
- Registro de las últimas llamadas.(recibidas, realizadas y perdidas)
- Creación de una herramienta que permita a los empleados realizar consultas, filtrando por intervalo de fechas y horas, para obtener las características de todas las comunicaciones que han tenido lugar con su extensión en el período de tiempo indicado.(histórico de llamadas)
- Posibilitar la ejecución del softphone en modo background (ejecución del aplicativo minimizado) y que se maximice en el momento de recibir una llamada.

El objetivo del proyecto consistirá en la implementación de un sistema de telefonía IP corporativo, mediante la creación y configuración de una centralita telefónica software que cumpla con todas las funcionalidades exigidas por la empresa y la creación de un teléfono software a medida, que cumpla con todos los requisitos solicitados y que sea capaz de acceder a todas las funcionalidades que proporciona la centralita telefónica implementada. También se integrará este sistema telefónico con la herramienta SugarCRM, de tal forma que en el listín corporativo del softphone aparecerán los contactos existentes en SugarCRM, lo que facilitará la comunicación con estos contactos.

## 4 - PLANIFICACIÓN DE TAREAS

Tras analizar los requisitos solicitados por la empresa y realizar un estudio de las diferentes herramientas que podrían utilizarse para llevarlo a cabo se hizo una planificación inicial del proyecto, en el que se describen las tareas a utilizar y el tiempo estimado a dedicar en cada una de ellas, tal y como se puede observar en el siguiente diagrama de Gantt.

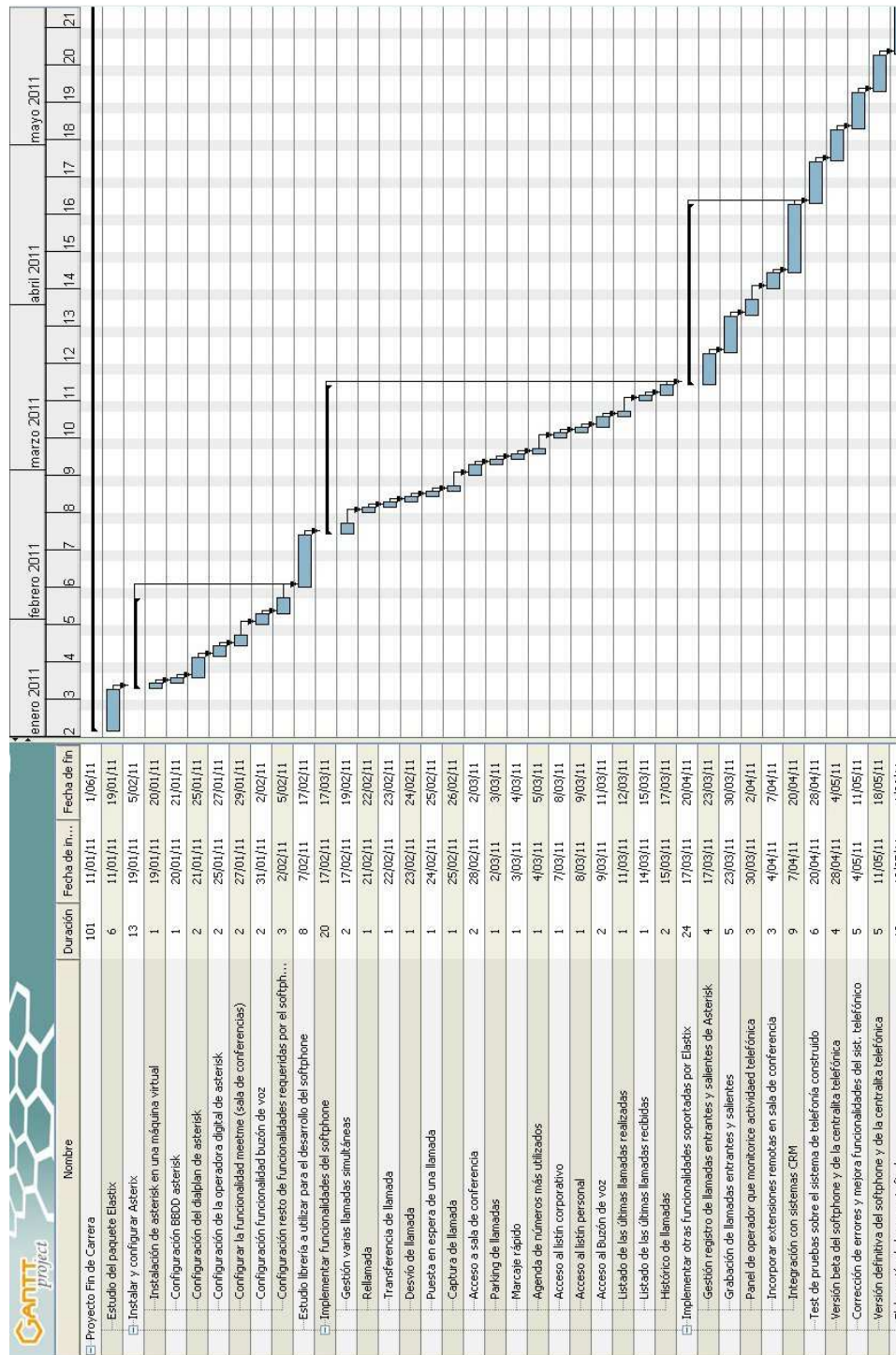


Figura 9. Planificación inicial de las tareas del proyecto

## 5 - JUSTIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESCOGIDAS

---

En este punto se procederá a la enumeración de las herramientas empleadas en la realización del proyecto, justificando su elección.

-Para la elección de la *centralita telefónica* a utilizar se llevó a cabo un estudio sobre las existentes en la actualidad.

-**FreeSWITCH**: es un conmutador de llamadas software y de código abierto desarrollado por un grupo de desarrolladores de Asterisk que no estaban de acuerdo con una serie de decisiones sobre la arquitectura.

La principal característica de FreeSwitch, que permite aumentar el rendimiento con respecto a la tecnología de Asterisk, es el hecho de que el primero emplea un hilo por cada canal, lo que elimina el problema de conocer el estado de los canales del sistema.

El inconveniente de esta tecnología es que no está tan difundida como Asterisk.

-**OpenSER**: está considerado como el servidor SIP más avanzado del mercado. Permite una gran escalabilidad. Es un entorno sumamente optimizado, basado en sistemas abiertos y posibilita la conexión de miles de usuarios de forma concurrente.

A diferencia de Asterisk, OpenSER no tiene prestaciones de "Media Gateway", lo que provoca que no pueda sustituir a una centralita avanzada por sí solo, con lo cual no puede ser considerado equivalente a una centralita tradicional.

-**SIPX ECS**: es otra solución de PBX basada en SIP que se puede considerar como uno de los mayores competidores de Asterisk a día de hoy. Ofrece más o menos las mismas funcionalidades que Asterisk pero soporta menos protocolos que Asterisk. SIPX ECS sería más adecuado para hacer las funciones de un proxy SIP.

-**YATE**: es otra alternativa más de una centralita de código abierto. Entre sus características cabe destacar su flexibilidad para poder ser ampliado, su portabilidad y estabilidad.

-**OpenPBX**: es un desarrollo basado en Asterisk 1.2 que mantiene algunas características y aplicaciones de este, que fueron eliminadas de Asterisk 1.4 y ha mejorado significativamente el proceso de compilación frente a Asterisk 1.2. Uno de los mayores inconvenientes de esta plataforma es la falta de soporte en la comunidad comparado con Asterisk.



Tras revisar las diferentes opciones disponibles se tomó la decisión de utilizar **Asterisk** ya que a pesar de que existen alternativas perfectamente válidas, Asterisk es líder mundial como motor de telefonía no propietaria y herramientas para su uso. Ofrece gran flexibilidad y facilita tanto a desarrolladores como a integradores la tarea de crear soluciones avanzadas en comunicaciones gratuitamente.

-*Software de virtualización.* Una máquina virtual es un entorno que permite emular un sistema operativo como si estuviera instalado en una plataforma hardware. En el mercado existen diferentes plataformas para la virtualización del SO. Antes de decidir cual utilizar se analizaron las características de las más importantes.(VMWare, VirtualBox y Xen) Se decidió utilizar VirtualBox, debido principalmente a su licencia open-source y a su gran rendimiento computacional frente a otras distribuciones.

-Para la elección del *paquete software* que incluye Asterisk se estudiaron los siguientes:

-**AsteriskNOW**, que es una distribución de software open-source basada en Linux que incluye el sistema Asterisk, AsteriskGUI y todo el software necesario para montar un sistema específico de administración VoIP. Asterisk es propiedad de Digium por lo que la compatibilidad con sus tarjetas está asegurada. Su principal carencia es la imposibilidad de añadir nuevos módulos externos para una hipotética ampliación futura.



-**Tribox CE** es similar en características a AsteriskNOW. Ofrece diferentes posibilidades para desarrollar una centralita a medida. Es propiedad de la casa Fonality. Dispone de la herramienta SugarCRM.



-**Elastix.** Integra un conjunto de herramientas para PBX's basadas en Asterisk. Su principal punto fuerte consiste en la posibilidad de ampliar sus capacidades con la creación de módulos externos a su núcleo principal.



Tras analizar los 3 paquetes anteriores se decidió utilizar Elastix para este proyecto ya que es el más completo en cuanto a herramientas software. Además, dispone de dos herramientas CRM, (vTigerCRM y SugarCRM) hecho que fue decisivo

para continuar trabajando con este paquete ya que en los inicios del proyecto estaba en estudio la herramienta CRM a utilizar para realizar la integración con la centralita telefónica (Trixbox sólo disponía de SugarCRM mientras que AsteriskNOW no disponía de ninguna) y Elastix era el único que ofrecía varias alternativas.(en este proyecto se utilizarán las herramientas Asterisk y SugarCRM de Elastix)

-*Sistema Operativo Linux Centos*, ya que el paquete Elastix es una distribución de Linux basada en CentOS.

-El *entorno de desarrollo integrado* escogido para crear el softphone es Microsoft Visual Studio .NET ya que es el más utilizado en la actualidad para desarrollos que corren bajo Windows.

-El *protocolo de señalización* que utilizará el softphone será el protocolo *SIP* ya que es el protocolo estándar más flexible y difundido en la actualidad.

-Tras analizar diferentes SDKs de código abierto, para el desarrollo del softphone se ha seleccionado la herramienta *SDKSipek* ya que es un SDK open-source, que se puede integrar en el entorno de desarrollo Microsoft Visual Studio .NET, y que cubre todas las funcionalidades que se han de implementar. Además, el protocolo de señalización que utiliza es el estándar SIP. Entre las funcionalidades que cumple, cabe destacar que es capaz de gestionar varias llamadas simultáneas.

-*Base de datos PostgreSQL para el Sotphone*: es un gestor de base de datos de código libre que se distribuye bajo licencia BSD; permite usarlo para fines comerciales. Proporciona soporte de todas las características de una base de datos profesional como son los disparadores, las secuencias, las vistas.. Las bases de datos que se pueden crear son ilimitadas, al igual que los registros por tabla.

-*Herramienta CRM de integración con Asterisk*. Tras comparar las dos herramientas que vienen con Elastix se decidió utilizar SugarCRM ya que es idónea para ser utilizada en pequeños proyectos.

## 6 - ARQUITECTURA DEL SISTEMA

---

El modelo que sigue la tecnología de VoIP es el de cliente-servidor, donde los clientes son las extensiones, que a partir de un usuario y una contraseña se conectan a una centralita telefónica Asterisk.(servidor VoIP) La funcionalidad de esta es aceptar las conexiones de cada extensión de usuario, decidir qué procesamiento seguirá cada llamada y gestionar todas las extensiones con las que se puede establecer una conexión.

El sistema telefónico que será creado en este proyecto dispondrá de varias conexiones hacia la PSTN para poder llamar a cualquier teléfono de la red tradicional, a través de Gateways de VoIP (Linksys SPA-3102). Estos dispositivos también permitirán conectar teléfonos analógicos, los cuales serán vistos desde el sistema telefónico como si fueran teléfonos IP.(tienen el mismo tipo de extensión)

El sistema puede reducir costes en las llamadas que realiza a través de la PSTN utilizando un proveedor de internet como alternativa para las llamadas que resultan más caras, como son las llamadas a números móviles o internacionales.

La arquitectura que se va a utilizar en este proyecto queda reflejada en la Figura 10. El elemento principal de esta arquitectura es el servidor, en el que reside el cerebro del sistema de telefonía. Este servidor está basado en un sistema operativo Windows 7. El sistema de telefonía irá instalado en una máquina virtual Oracle VM VirtualBox, la cual irá instalada sobre el S.O. del servidor. Esta máquina virtual ha sido creada bajo un sistema operativo Linux centos. El paquete de software Elastix irá instalado sobre este sistema operativo. Para un buen rendimiento del paquete Elastix es necesario que la máquina en la que está instalado disponga como mínimo de un procesador Pentium IV a 2.0 GHz con una memoria RAM de 1 GB.

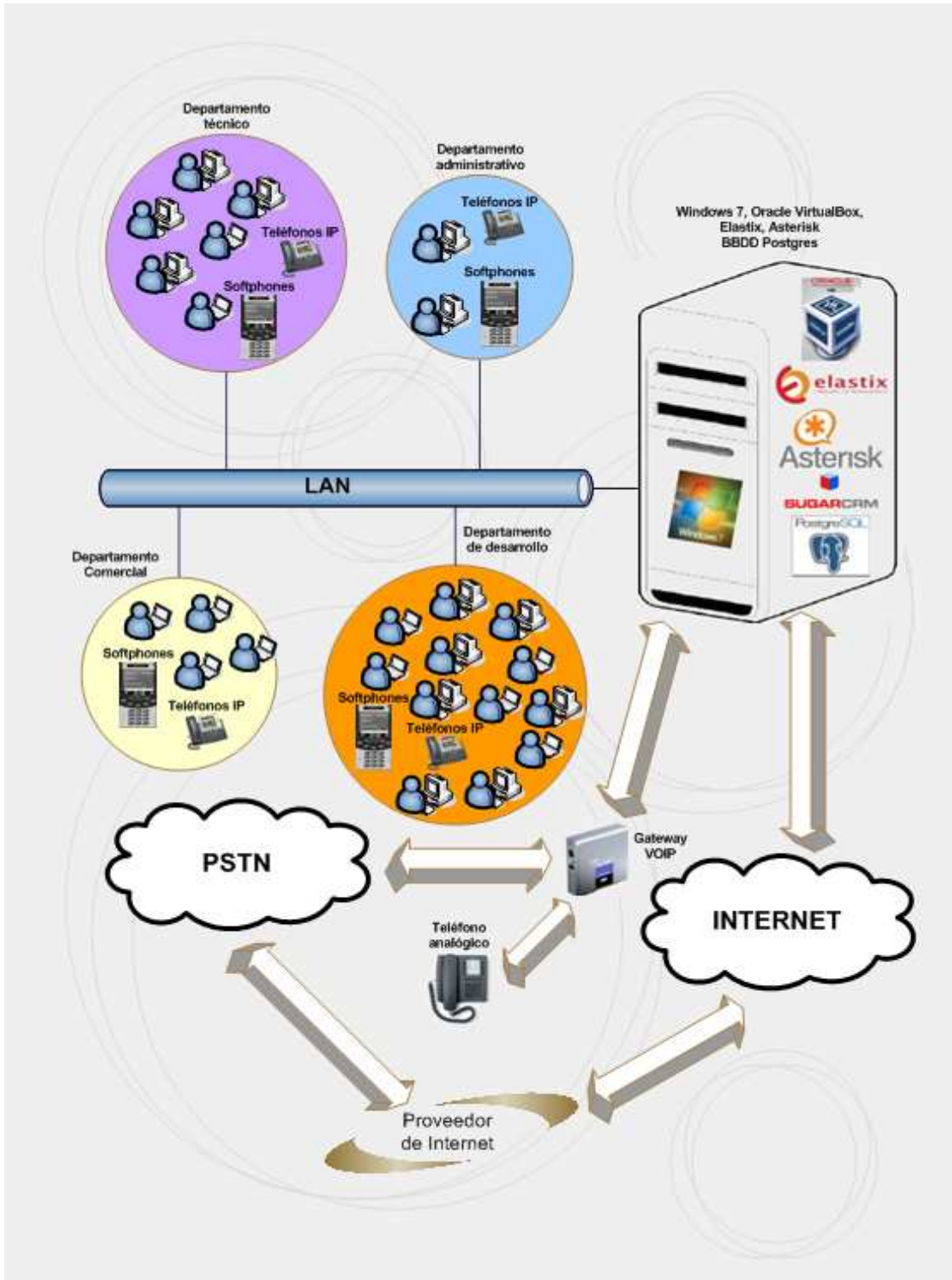


Figura 10. Arquitectura del sistema

## 7 - DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

A continuación se describe la solución adoptada para cumplir con todos los requisitos solicitados por la empresa.

### 7.1. Diseño e implementación de Elastix

-Serán creados tantos usuarios SIP como empleados tenga la empresa y se asociará a cada uno un buzón de voz.

-Para la utilización de varias líneas analógicas se instalarán Gateways VoIP, que enlazarán el sistema de VoIP de la empresa con la PSTN.

-Para el menú de bienvenida con opciones será configurado un IVR en Elastix, que encaminará la llamada a su destino mediante la interacción con el usuario. Además, será necesario hacer un agrupamiento de líneas para recibir todas las llamadas por el número principal de la empresa y encaminarlas hacia las otras. Este agrupamiento será realizado por el proveedor de servicios actual de la empresa. De esta manera cuando un usuario llame al número principal de la empresa y ya exista una comunicación establecida con otro usuario, no se encontrará con que la línea está ocupada.

-Para la distribución automática de llamadas del departamento técnico será configurada una cola con la “*política leastrecent*”

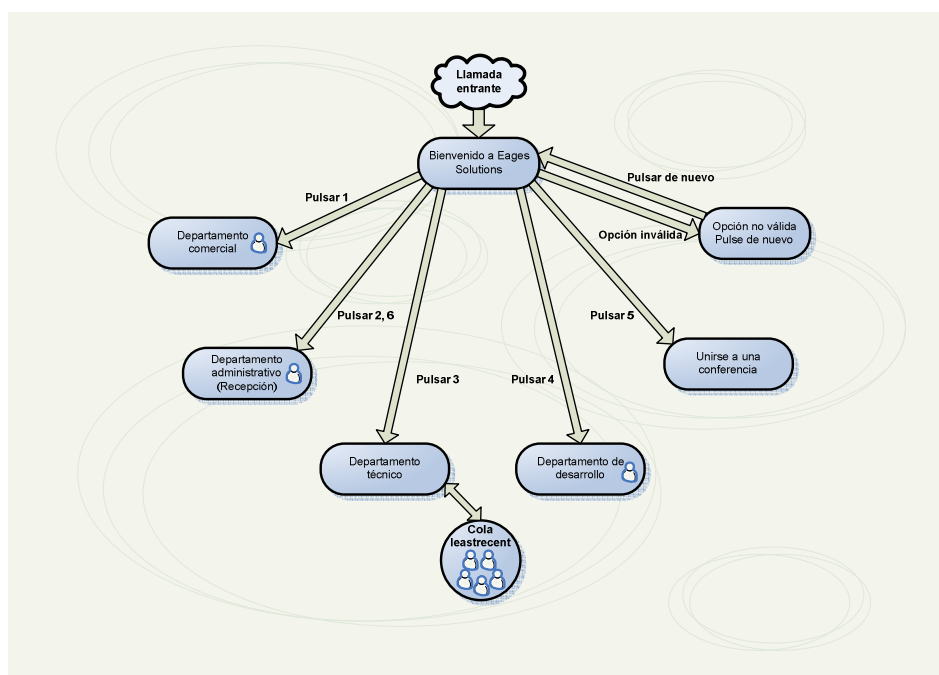


Figura 11. Diagrama de flujo de la operadora automática

-Será dada de alta a través de Elastix una sala de conferencias con extensión 3000.

-Será configurada una extensión para que recoja todas las llamadas aparcadas.

En el **Anexo I** se puede ver cómo implementar cada uno de los puntos anteriores.

-Mediante la pestaña “*CDR Report*” es posible visualizar un listado con el detalle de las llamadas registradas en Elastix. El report obtenido variará en función del filtro aplicado.(Figura 12)

Fecha inicio	fecha a partir de la que se seleccionan las llamadas
Fecha fin	fecha hasta la que se seleccionan las llamadas
Campo	destino, origen, canal destino, canal origen
Estado	contestado, no contestado, ocupado...

Figura 12. Campos del filtro para extraer reports de llamadas

Fecha	Fuente	Destino	Canal origen	Account Code	Canal destino	Estado	Duración
2011-03-16 20:52:56	6003	6001	SIP/6003-00000000		SIP/6001-00000001	ANSWERED	606s ( 10m 6s )
2011-03-16 21:03:13	6001	6003	SIP/6001-00000002		SIP/6003-00000003	ANSWERED	8970s ( 2h 29m 30s )
2011-03-16 23:34:53	6003	6001	SIP/6003-0000000d		SIP/6001-0000000e	ANSWERED	1570s ( 26m 10s )
2011-03-17 02:46:22	6002	6003	SIP/6002-0000000f		SIP/6003-00000010	ANSWERED	7s
2011-03-17 02:46:33	6002	6003	SIP/6002-0000000f		SIP/6003-00000010	NO ANSWER	0s
2011-03-17 02:46:33	6002	6001	SIP/6002-0000000f		SIP/6001-00000011	ANSWERED	30s
2011-03-17 02:47:12	6001	6002	SIP/6001-00000012		SIP/6002-00000013	ANSWERED	6s
2011-03-17 02:48:46	6002	6001	SIP/6002-00000014		SIP/6001-00000015	NO ANSWER	0s
2011-03-17 02:49:09	6003	6001	SIP/6003-00000017		SIP/6001-00000018	ANSWERED	11s
2011-03-17 02:51:27	6003	6002	SIP/6003-0000001f		SIP/6002-00000020	ANSWERED	5s
2011-03-17 02:51:58	6003	6002	SIP/6003-00000021		SIP/6002-00000022	BUSY	0s
2011-03-17 02:54:42	6002	6001	SIP/6002-00000025		SIP/6003-00000027	ANSWERED	32s
2011-03-17 02:55:39	6002	6003	SIP/6002-00000028		SIP/6001-0000002a	ANSWERED	15s
2011-03-17 03:05:42	6001	6002	SIP/6001-0000002c		SIP/6002-0000002d	ANSWERED	2217s ( 36m 57s )
2011-03-17 03:55:11	6003	6001	SIP/6003-0000002e		SIP/6001-0000002f	ANSWERED	104s ( 1m 44s )
2011-03-17 03:57:07	6003	6001	SIP/6003-00000030		SIP/6001-00000031	ANSWERED	35s
2011-03-17 03:57:46	6003	6001	SIP/6003-00000032		SIP/6001-00000033	ANSWERED	3s
2011-03-17 03:57:57	6001	6003	SIP/6001-00000034		SIP/6003-00000035	ANSWERED	9s
2011-03-17 06:07:24	6001	6002	SIP/6001-00000038			ANSWERED	17s
2011-03-17 06:08:25	6001	6002	SIP/6001-0000003a			ANSWERED	18s
2011-03-17 06:08:49	6001	6002	SIP/6001-0000003b			ANSWERED	15s
2011-03-17 06:07:58	6001	6003	SIP/6001-00000039			ANSWERED	67s ( 1m 7s )
2011-03-17 06:07:10	6002	6003	SIP/6002-00000036		SIP/6003-00000037	ANSWERED	121s ( 2m 1s )
2011-03-17 06:09:19	6001	6002	SIP/6001-0000003c		SIP/6002-0000003d	ANSWERED	15s
2011-03-17 06:09:36	6001	6002	SIP/6001-0000003c		SIP/6002-0000003d	NO ANSWER	0s
2011-03-17 06:09:37	6001	6003	SIP/6001-0000003c		SIP/6003-0000003e	ANSWERED	16s
2011-03-17 06:10:07	6003	*726002	SIP/6003-00000041			ANSWERED	12s

Figura 13. Report de llamadas registradas

-Elastix incorpora la herramienta Flash Operator Panel, la cual permite monitorizar a través de una página web el estado actual de las extensiones de la centralita asterisk.(extensiones que se encuentran llamando, en comunicación, en conferencia, en cola..)



Figura 14. Flash Operator Panel

-Elastix permite acceder a las llamadas que han sido grabadas en la centralita. Para ello sólo se ha de indicar un filtro de fechas en la pantalla de "Reporte de monitoreo". Si se dispone de privilegios de administrador podrán verse todas las llamadas grabadas. Si por el contrario se tiene privilegios de usuario normal sólo podrán verse las llamadas en las que interviene la extensión asociada a este usuario.

Existen dos formas de activar la grabación de llamadas a través de Elastix. Por un lado se puede activar esta opción para una extensión en concreto o bien se puede habilitar la grabación para todas las extensiones desde la pestaña de "configuración general".

Eliminar	Fecha	Hora	Origen	Destino	Duración	Tipo	Mensaje
<input type="checkbox"/>	2009-08-18	19:50:43	45821	2501	00:00:02	auto - incoming	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2009-08-18	19:49:28	45821	2501	00:00:07	auto - incoming	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2009-08-18	19:06:24	3077	2501	00:00:18	auto - incoming	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2009-08-18	19:06:00	-	2501	00:00:11	auto - incoming	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>

Figura 15. Monitoreo de llamadas grabadas

## 7.2. Diseño del Softphone

Una vez estudiados los requerimientos solicitados por la empresa “Eages Solutions” se procede a diseñar el softphone: qué elementos tendrá, qué funcionalidad tendrá cada uno de ellos, cuáles accederán a la base de datos postgres. A continuación se detalla la *estructura modular* y la *comunicación entre módulos* del aplicativo. Para ello han sido dividido los elementos que lo van a integrar en 3 tipos: formularios, módulos y controles de usuario, los cuales son descritos a continuación.

### 7.2.1. Formularios

Contienen la interfaz gráfica con la que interactúa el usuario y el código que da la funcionalidad correspondiente a cada pantalla.

#### **-frmLogin**

Mediante la pantalla de login inicial, a partir del nombre de usuario introducido se lee de la BBDD postgres, ubicada en el servidor en el que está instalado el paquete Elastix, la extensión que le corresponde. El login para acceder al softphone permite la *movilidad de los empleados*, pudiendo acceder al softphone desde cualquier PC, manteniendo su extensión.

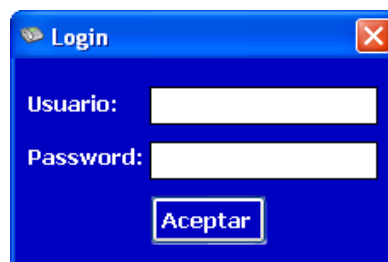


Figura 16. Login Softphone

#### **-frmConfiguracionConsola**

Mediante este formulario es posible configurar las opciones de sonido del softphone, es decir, habilitar y seleccionar el sonido acústico de las llamadas entrantes y cambiar el tono de aviso de llamada al softphone.(este formulario es llamado desde *frmMain* y accede a BBDD)





Figura 17. Configuración sonido llamadas

### **-frmExtensionDesvio**

Muestra una ventana a través de la que es posible configurar la extensión a la que se desea realizar los desvíos de llamada.(se llama desde el formulario *frmMain* y accede a BBDD)

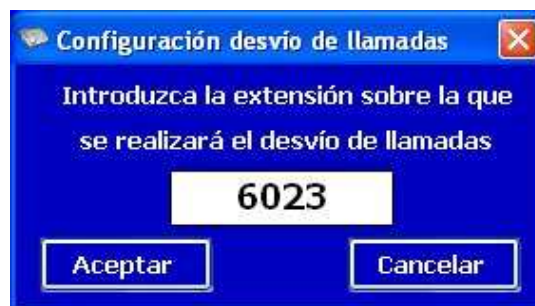


Figura 18. Configuración extensión de desvío

### **-frmFindPhone**

A través de este formulario es posible realizar la búsqueda de un número telefónico sobre los listines corporativos y personal, bien sea a partir del campo alias o del campo número de teléfono.(este formulario es llamado desde el listín personal y corporativo, los cuales se encuentran en el formulario *frmMain* y accede a BBDD)

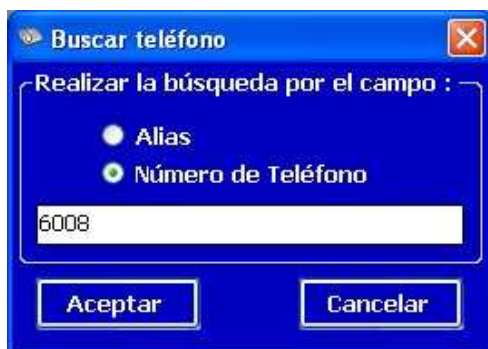


Figura 19. Búsqueda de teléfono

### -frmHistoricoLlamadas

Permite visualizar las llamadas (tanto las recibidas como las realizadas) y la duración de estas, dentro de un rango de fechas y de horas, (hora inicio y hora de fin de la llamada) el cual es aplicado como filtro de búsqueda dentro del histórico de llamadas.(es llamado desde *frmMain* y accede a BBDD)

Operador	Tif. operador	Número	Fecha	Hora Inicio	Duración (seg)
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	2:10:44	107
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	2:05:41	5
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	2:04:28	4
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	2:02:27	9
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:57:13	12
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:55:18	8
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:53:19	5
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:52:21	6
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:50:57	6
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:48:37	26
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	1:39:24	26

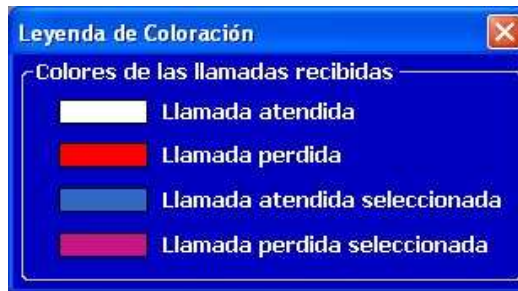
  

Operador	Tif. operador	Número	Fecha	Hora Inicio	Duración (seg)
Usuario1	6005	*97	24/05/2011	20:59:16	3
Usuario1	6005	6004	18/05/2011	21:15:18	4
Usuario1	6005	6004	12/05/2011	22:08:55	21
Usuario1	6005	6004	12/05/2011	22:07:28	1
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	1:25:42	7
Usuario1	6005	6003	24/04/2011	12:41:30	4
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	12:29:06	7
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	12:28:14	10
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	12:27:50	4
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	12:27:16	5
Usuario1	6005	6002	24/04/2011	12:26:43	9

Figura 20. Histórico de llamadas

### **-frmLeyenda**

Muestra la leyenda de coloración de los tipos de llamada que se pueden ver en los datagrids: llamada atendida, perdida... (Es llamado desde *frmMain* y desde *frmHistoricoLlamadas* y no accede a BBDD)



*Figura 21. Leyenda de coloración*

### **-frmMain**

Es el formulario principal de la aplicación. Permite el acceso a todas las funcionalidades del softphone. Este formulario muestra un display telefónico, un marcador telefónico, la extensión del softphone, la memoria de números, en la que cada usuario almacena los números que crea convenientes, una botonera de operaciones desde la que se tendrá acceso a diferentes funcionalidades del sistema, una lista en la que aparecen las últimas llamadas recibidas y otra en la que aparecen las últimas llamadas realizadas y 2 listines: uno corporativo y otro personal. En este formulario principal se incorpora la integración de la *librería sipek* para poder acceder a todas las funcionalidades que ofrece la centralita telefónica Asterisk.(accede a BBDD)



Figura 22. Vista sencilla del formulario principal

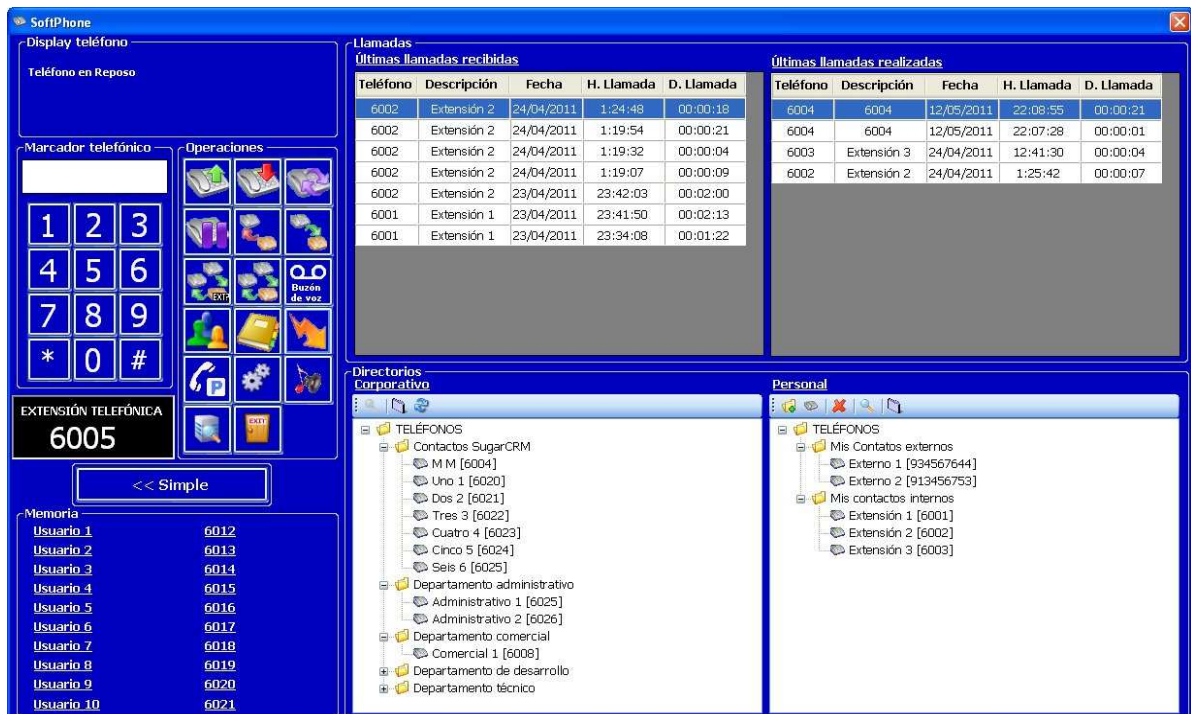


Figura 23. Vista avanzada del formulario principal

### **-frmMarcRapido**

Este formulario permite a un usuario gestionar la marcación rápida, creando accesos directos para aquellos números de uso más habitual. Así el usuario podrá asignar un número del teclado del marcadore telefónico a un número de teléfono. De esta manera el usuario sólo tendrá que presionar el número que desea del marcadore telefónico para realizar una llamada.(es llamado desde frmMain y accede a BBDD)

Número	Usuario
1. 6041	Usuario 20
2. 6042	Usuario 21
3. 6043	Usuario 22
4. 6044	Usuario 23
5. 6045	Usuario 24
6. 6046	Usuario 25
7. 6047	Usuario 26
8. 6048	Usuario 27
9. 6049	Usuario 28
0. 6050	Usuario 29

*Figura. 24 Marcaje rápido*

### **-frmPhoneAdd**

Permite añadir un nuevo número de teléfono al listín personal.(es llamado desde el listín personal, el cual se encuentra en el formulario frmMain y accede a BBDD)

Descripción: Usuario 26

Teléfono: 6040

Aceptar Cancelar

*Figura 25. Añadir teléfono al listín personal*

### **7.2.2. Módulos**

Los módulos contienen código que puede ser utilizado desde diferentes formularios.

#### ***-modFunciones***

Módulo de funcionalidades genéricas que pueden ser llamadas desde el resto de formularios y módulos del proyecto.(accede a BBDD)

#### ***-modMain***

Dentro de este formulario se encuentran las funciones que permiten el soporte del multilinguaje en el softphone.

#### ***-modTiposLlamadasyNumeros***

En este módulo se definen las clases *llamada\_telefonica* y *numero\_Almacenado\_En\_Memoria*.

#### ***-modVariables***

En este módulo se definen las variables globales a toda la aplicación.

#### ***-telefoníaDB***

Este módulo proporciona todas las funciones necesarias para acceder a la base de datos del softphone. Dentro de este módulo se encuentran encapsuladas las diferentes consultas a la base de datos, necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación.

### **7.2.3. Controles de usuario**

Es un componente creado por el desarrollador que se puede agregar al área de diseño del entorno de programación (barra de herramientas) y puede ser utilizado como cualquier otro control de sistema.

#### ***-listinTelefonico***

Este control de usuario permite mostrar la jerarquía de teléfonos definida en la base de datos de una manera ordenada para que el usuario de la aplicación pueda navegar.

Además de mostrar la jerarquía de teléfonos proporciona todas las opciones necesarias para administrar esta jerarquía.(creación, modificación y eliminación de carpetas y teléfonos, y búsqueda de un determinado teléfono) En el listín de teléfonos corporativos no es posible crear, eliminar ni modificar la jerarquía de teléfonos; solamente podrá llevarse a cabo en el listín de teléfonos personales.(este control accede a la base de datos)

#### 7.2.4. Estructura de la base de datos

Una vez vistos los elementos que van a integrar el softphone se muestra la *estructura de la base de datos* de la que va a obtener toda la información esta aplicación.

Las tablas que serán utilizadas y los campos que componen cada una de ellas son descritos a continuación:

tonos_usuario	
La tabla "tonos_usuario" identifica el tono que tiene configurado cada usuario para las llamadas entrantes.	
Usuario	Identificador del usuario que se ha logado en el softphone Identificador único de la tabla
codigo_tono	Nombre del tono

telef_almacenados	
La tabla "telef_almacenados" guarda toda la información relativa a los teléfonos que se almacenan tanto en la memoria del softphone como en la memoria de marcaje rápido.	
tel_almacenado_pk	Identificador único de la tabla junto con el campo usuario
usuario	Usuario que ha almacenado los teléfonos, bien sea en la memoria del softphone o en la memoria de marcaje rápido
descripción	Alias del número de teléfono almacenado
posición	Identifica la posición, tanto en la memoria del softphone como en la memoria de teléfonos de marcaje rápido en los que aparecerán los números almacenados
es_memoria	Identifica si el teléfono será almacenado en la memoria del softphone o en la de marcaje rápido
num_tlf	Número de teléfono almacenado

llamadas	
La tabla "llamadas" guarda toda la información relativa a las llamadas realizadas o recibidas por los usuarios.	
llamada_pk	Identificador único de la tabla junto con el campo usuario y el campo extension_usuario



usuario	Usuario que estaba logado en el softphone cuando se ha realizado o recibido una llamada
extesion_usuario	Extensión telefónica que tiene asignada el usuario que ha recibido o realizado una llamada
numero_tlf	Número de teléfono con el que se ha establecido una comunicación
descripción	Identifica el alias del teléfono desde el que se ha recibido o al que se ha realizado una llamada
hora_llamada	Hora en la que se ha realizado o recibido una llamada
duracion_llamada	Duración de la llamada, bien sea realizada o recibida
tipollamada	Identifica el tipo de llamada: realizada o recibida
fecha	Indica la fecha en la que se ha realizado o recibido una llamada

<b>desvio_llamadas</b>	
La tabla “desvio_llamadas” contiene los desvíos de llamada configurados para cada operador.	
operador	Identificador único de la tabla junto con el campo numero_tlf_operador. Identifica el usuario que se ha logado en el softphone
numero_tlf_operador	Extensión telefónica que tiene asignada el usuario
numero_tlf_desvio	Contiene el número de teléfono sobre el que se realizará el desvío
activado	Indica si el desvío está activado o no

<b>carpeta</b>	
La tabla “carpeta” identifica los nodos que componen la jerarquía de teléfonos. Dichos nodos tendrán como nodos hijo a los teléfonos (definidos en la tabla “telefono”).	
carpeta_pk	Identificador numérico único que identifica una carpeta
descripción	Nombre lógico de la carpeta
padre	Carpeta padre de la carpeta actual
Usuario	Usuario que ha creado la carpeta en el listín correspondiente
es_general	Identifica el tipo de listín al que pertenece la carpeta: corporativo o personal

telefono	
La tabla "telefono" guarda toda la información relativa a un teléfono, así como su relación con las carpetas del listín al que pertenecen.(Corporativo o Personal)	
numero_tlf	Número telefónico asignado en el plan de numeración de la centralita. Identificador único de la tabla junto con los campos usuario y es_general
usuario	Usuario que ha creado el teléfono en el listín correspondiente
es_general	Identifica el tipo de listín al que pertenece el teléfono: corporativo o personal
descripción	Descripción asociada al número de teléfono
carpeta_fk	Carpeta a la que pertenece dentro de la jerarquía de teléfonos. Clave foránea proveniente de la tabla "carpeta"

historico_llamadas	
La tabla "historico_llamadas" guarda toda la información relativa a las llamadas realizadas o recibidas por los usuarios.	
operador	Identificador único de la tabla junto con el campo fecha, el campo hora y el campo numero_tlf_operador. Identifica al usuario que ha recibido / realizado una llamada
fecha	Fecha en la que se ha recibido / realizado una llamada
hora	Hora en la que se ha recibido / realizado una llamada
numero_tlf_operador	Extensión telefónica que tiene el usuario que ha realizado / recibido una llamada telefónica
numero_tlf	Identifica el alias del teléfono desde el que se ha recibido o al que se ha realizado una llamada
duracion	Duración de la llamada, bien sea realizada o recibida
recibe_llamada	Indica si es una llamada realizada o recibida

Login	
La tabla "login" guarda todos los usuarios que pueden acceder al aplicativo softphone, sus correspondientes passwords y la extensión que tienen asignada.	
usuario	Usuario que se ha logado en el softphone
Password	Password asociado al usuario
Extensión	Extensión asociada al usuario

### 7.3. Implementación del Softphone

La parte más importante en la implementación del softphone es la utilización del SDK **SipekSDK**. Este va a permitir al softphone acceder a las diferentes funcionalidades de la centralita asterisk.

#### 7.3.1. SipekSdk

Para poder trabajar con este SDK son necesarias las siguientes acciones:

- 1) Incluir en el proyecto las librerías:

```
Imports Sipek.Common.CallControl  
Imports Sipek.Sip  
Imports Sipek.Common
```

- 2) Configurar los parámetros del SDK.

```
CallManager.Config = PhoneConfig
```

*PhoneConfig* es una clase cuyos miembros son los parámetros necesarios para que una cuenta de usuario pueda registrarse en el servidor de telefonía Asterisk. Los más importantes son:

HostName	IP del servidor Asterisk
Puerto SIP	puerto utilizado por el protocolo SIP (5060)
UserName	nombre que aparecerá en los teléfonos a los que se llame
Id	extensión telefónica asociada a la cuenta de usuario creada
Password	contraseña de la cuenta de usuario creada

Figura 26. Parámetros de una cuenta de usuario

- 3) Inicializar el CallManager y registrar la cuenta de usuario en el servidor SIP

```
CallManager.Initialize()  
pjsipRegistrar.Instance.registerAccounts()
```

- 4) Registrar los Callbacks. Un callback es una función que es llamada cuando se generan determinados eventos. En este caso se definen dos Callbacks, uno

para controlar si una cuenta de usuario se ha logrado registrar con éxito en el servidor Asterisk y otro que controla los cambios que se producen en el estado de una llamada.(incoming, holding..)

---

***AddHandler pjsipRegistrar.Instance.AccountStateChanged,  
AddressOf Instance\_AccountStateChanged***

---

La función que va a recoger los eventos generados por el estado del registro de una cuenta en el servidor de telefonía es ***Instance\_AccountStateChanged***.

En el momento que en este primer callback se reciba un OK significará que la cuenta que ha intentado registrarse en la centralita Asterisk lo ha hecho con éxito.

---

***AddHandler CallManager.CallStateRefresh, AddressOf  
CallManager\_CallStateRefresh***

---

En este segundo callback la función que recogerá los eventos que genera el estado de una llamada es ***CallManager\_CallStateRefresh***. Se pueden generar 4 eventos diferentes:

<b>INCOMING</b>	Notifica que el softphone está recibiendo una llamada
<b>HOLDING</b>	La comunicación que hay activa se ha puesto en espera
<b>ACTIVE</b>	Se ha establecido la comunicación con una extensión, bien porque se ha respondido a una llamada entrante o bien porque otra extensión ha respondido una llamada procedente del softphone.
<b>NULL</b>	Ha finalizado la comunicación que había establecida

*Figura 27. Eventos generados por una comunicación*

## 8 - Integración con herramienta CRM

---

Una herramienta CRM (Customer Relationship Management) sirve para la administración de la relación con los clientes. Mediante la utilización de una solución CRM se pretende incrementar las ventas (tanto a clientes actuales como por ventas cruzadas), maximizar la información del cliente, identificar nuevas oportunidades de negocio, mejorar el servicio al cliente, mejora de ofertas, reducción de costes e identificar los clientes potenciales que mayor beneficio generen para la empresa.

SugarCRM es un sistema modular de administración de clientes, diseñado para integrar los diferentes aspectos del proceso de venta de las organizaciones en diferentes módulos.(cuentas, actividades, oportunidades, contactos..)

La integración que se lleva a cabo en este proyecto con SugarCRM consiste en acceder a los contactos existentes en la BBDD de SugarCRM e incorporarlos dentro del listín corporativo del Softphone desarrollado. Lo que se consigue con esta integración es poder realizar llamadas desde el Softphone a cualquier contacto. Dentro de este listín corporativo se ha añadido un botón de refresco, el cual permite tener actualizados los contactos en todo momento.(se realiza una consulta en la BBDD de SugarCRM)

Para poder llevar a cabo la integración con la herramienta SugarCRM ha sido necesario instalar en los ordenadores clientes, que son en los que irá instalado el softphone, un driver ODBC de Mysql para Windows. Para crear la conexión con el origen de datos es necesario configurar los parámetros: IP del servidor en el que se encuentra la BBDD MYSQL de SugarCRM (es la IP de la máquina en la que está instalado el paquete Elastix), usuario y password, y el nombre de la BBDD de MYSQL a la que se va a acceder.(en este proyecto será *sugarcrm*)

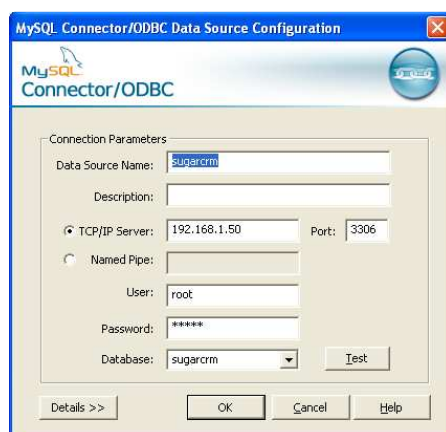


Figura 28. Conexión ODBC con MYSQL

Mediante la herramienta *MYSQL Workbench* se accede a la tabla “*contacts*” de la BBDD de SugarCRM y se comprueba que los campos que han de ser leídos son: “*first\_name*” & “*last name*” para obtener el nombre y apellido del contacto, y el campo “*phone\_work*” para obtener el teléfono del trabajo que tiene asociado este contacto.

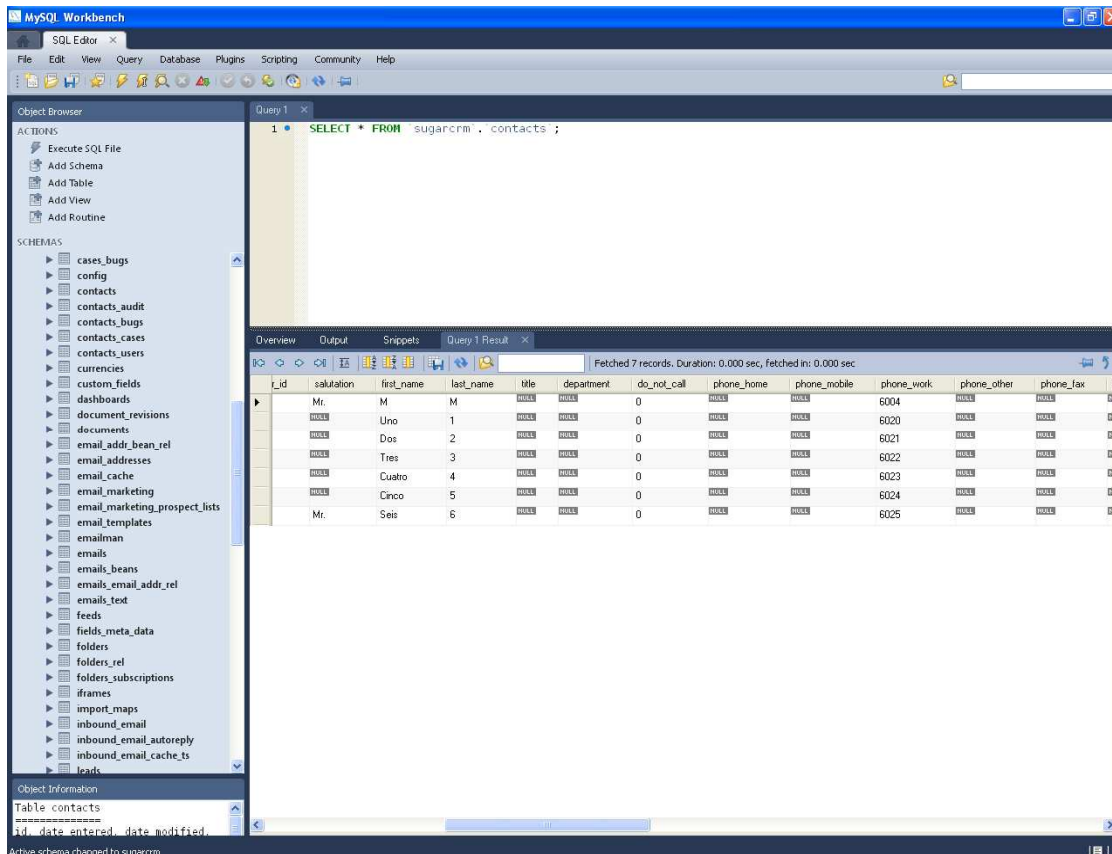


Figura 29. Acceso a la BBDD de SugarCRM mediante MYSQL Workbench

La consulta sobre la BBDD de SugarCRM se realiza mediante visual basic .NET tal y como se muestra a continuación:

- 1) Se seleccionan todas las columnas de la tabla contactos.

```
sql = "SELECT * FROM contacts"
cmd = New OdbcCommand(sql, m_cnn) //donde m_cnn es un objeto
//OdbcConnection
```

- 2) En *rs*, que es un *OdbcDataReader*, se obtiene el resultado de la consulta.

```
rs = cmd.ExecuteReader()
```

```
// Para cada uno de los registros obtenidos se extraen los campos  
// necesarios y se añaden al listín corporativo
```

```
While rs.Read()  
    Listin_Corporativo.Nodes.Add(rs.Item("first_name") & " " &  
    rs.Item("last_name") & " [" & rs.Item("phone_work") & "]")  
End While
```

- 3) De esta forma han sido añadidos todos los contactos existentes en la base de datos de SugarCRM al listín corporativo del softphone, como se puede observar en la Figura 30.

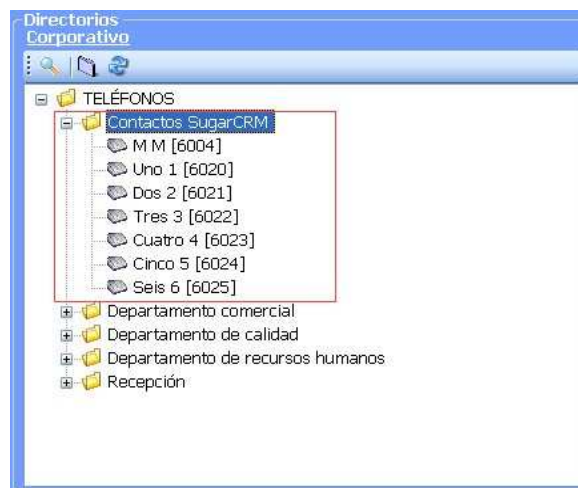


Figura 30. Directorio Corporativo con contactos SugarCRM

## 9 - METODOLOGÍA PARA HACER PRUEBAS

---

Las pruebas para verificar que el sistema de telefonía implementado funciona correctamente se han dividido en 2 fases:

- **Pruebas de caja blanca:** estas pruebas afectan únicamente al softphone desarrollado y han consistido en revisar y depurar las líneas de código de cada módulo del softphone y se han corregido los errores que han sido detectados. Primero se han hecho pruebas unitarias sobre cada módulo y luego se han hecho pruebas de integración entre módulos.
- **Pruebas de caja negra:** estas pruebas afectan al softphone y a las funcionalidades del paquete Elastix que han sido utilizadas en el proyecto. Consisten en probar que todos los módulos de los componentes que integran el sistema telefónico cumplen con las funcionalidades requeridas.(softphone, paquete Elastix, Gateway VoIP) Se ha empezado realizando pruebas unitarias sobre cada componente del sistema y se ha proseguido con las pruebas de integración entre estos componentes.

Las pruebas de caja negra que han sido realizadas se describen a continuación:

### -Pruebas realizadas con el Paquete Elastix:

- Se verifica que han sido creadas todas las extensiones telefónicas y que están operativas, realizando una llamada desde un softphone configurado con cada una de las extensiones dadas de alta hacia otro softphone y se comprueba que la comunicación se realiza con normalidad.(también es probada la llamada en el otro sentido de la comunicación) Además se comprueba que todas las extensiones tienen bien configurado el buzón de voz, realizando una llamada a cada una de ellas y provocando que salte este. También se verifica que los mensajes de voz se almacenan y se reproducen con total normalidad.
- Se comprueba que las 4 líneas analógicas están operativas y que el número principal está bien configurado realizando una llamada desde un teléfono de la PSTN.
- Se prueba la operadora digital llamando desde un número de la PSTN al número principal de la empresa y se verifica que la operadora virtual anuncia el menú con las diferentes opciones. Se comprueba que cada una de las opciones del menú IVR realiza la transferencia con el departamento



solicitado (opciones 1, 2, 3, 4, 6) En el caso del departamento técnico se observa que se cumple la política *leastrecent* y para el caso 5 se verifica que la llamada entra en la sala de conferencias. Además se comprueba que la pulsación de una opción inválida es detectada mediante un anuncio de la operadora digital.

- Para probar que la sala de conferencias permanente está bien configurada se marca la extensión 3000 desde varios softphones y teléfonos de la RTB y se comprueba, tras introducir el password configurado, que se puede establecer una comunicación conjunta.
- Se comprueba desde un softphone, que tras recibir una llamada, esta puede ser aparcada y posteriormente puede ser recogida desde otro teléfono.
- Se verifica la correcta extracción de históricos de llamadas tras realizar una serie de llamadas entre diferentes extensiones y la posterior consulta de un informe que las contiene.
- Para comprobar la herramienta que permite ver en tiempo real la actividad de la centralita se realizan diferentes acciones sobre esta: se establecen varias comunicaciones entre extensiones, se introducen varias extensiones en la sala de conferencias... y se comprueba que toda esta actividad se ve reflejada en el Panel de Operadora.
- Se habilita la opción de grabar las conversaciones sobre varias extensiones y se comprueba que son grabadas correctamente y que pueden ser descargadas.

*-Pruebas realizadas con el **Softphone**:*

En este apartado serán probadas todas las funcionalidades del softphone. En estas pruebas también intervendrá el servidor de telefonía Asterisk, ya que es el que proporciona todas las funcionalidades requeridas por el teléfono software. Mediante esta batería de pruebas se comprobará por un lado que las funcionalidades están bien configuradas en el servidor de telefonía y por otro se verificará que están bien implementadas en el softphone desarrollado.

- Son probados los diferentes tipos de llamadas que se pueden dar en el sistema: (en ambos sentidos)

- Extensión interna - Extensión interna
- Extensión interna - PSTN (teléfono fijo)
- Extensión interna - PSTN (teléfono móvil)

Mediante los 2 últimos tipos de llamada es probado el correcto funcionamiento del Gateway VoIP, que permite conectar la centralita IP con la red de telefonía básica

- Se establecen 2 comunicaciones con el softphone y se comprueba que se puede alternar entre una comunicación y la otra.
- Desde el softphone se realiza una llamada a otro y se establece una comunicación. Tras la finalización de esta se realiza una rellamada para comprobar que se llama al último número marcado.
- Para comprobar la transferencia de llamada se realizan 3 tipos de pruebas:
  - Desde el softphone se establece una comunicación con un número interno y se verifica que se transfiere correctamente la comunicación sobre otra extensión interna.
  - Se establece una comunicación con un número de la PSTN y se verifica que se transfiere correctamente la comunicación sobre otra extensión interna.
  - Se establece una comunicación con un número interno y se comprueba que se transfiere correctamente la comunicación sobre un número de la PSTN.
- Es configurada en un *softphone A* una extensión de desvío. Tras ser activada esta funcionalidad se realiza una llamada al softphone A desde otro *softphone B*. Se comprueba que la llamada es desviada hacia la extensión configurada.
- Se establece una comunicación entre un *softphone A* y otro B y se comprueba que cuando se pausa una conversación desde el A suena la música de espera configurada, en el *softphone B*.
- Se realiza una llamada desde un *softphone A* a otro *softphone B* y desde un tercero se comprueba que se captura la llamada del *softphone B* y que se establece la comunicación con el primero.

- Se comprueba que se pueden almacenar números tanto en la memoria de marcaje rápido como en la memoria de los números favoritos de un usuario y que pueden ser llamados sin problema.
- Se verifica el correcto funcionamiento de los listines corporativo y personal y se hace especial hincapié en probar la integración con la herramienta CRM. Para ello se verifica que en el listín corporativo aparecen los contactos existentes en la herramienta SugarCRM. Se hacen altas, bajas y modificaciones sobre los contactos y se comprueba que estos cambios quedan reflejados en el listín corporativo tras pulsar sobre el botón de refresco de dicho listín. También se comprueba que se puede llamar sin problema a los contactos y al resto de teléfonos.
- Se comprueba que se registran en el softphone las últimas llamadas realizadas, recibidas y las llamadas perdidas.
- Se verifica la correcta historización de las comunicaciones que han tenido lugar en el softphone aplicando un determinado filtro, por intervalo de fechas y de horas, mediante la herramienta creada para ello: histórico de llamadas.

Tras el éxito en la realización de todas las pruebas descritas anteriormente se puede asegurar que el sistema telefónico implementado es totalmente robusto.

## 10 - CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

---

Se ha comprobado mediante la implementación de este sistema de telefonía que es posible crear un sistema telefónico moderno perfectamente ajustable a las necesidades de cualquiera pequeña y mediana empresa con unos costos de administración, mantenimiento y de llamadas reducidos. También se ha mostrado que es posible mejorar la comunicación con los clientes mediante la integración de este sistema con una herramienta CRM, a partir del listín corporativo del softphone creado.

El proyecto incorpora gran parte de las funcionalidades de cualquier sistema de telefonía actual, pero hay que tener en cuenta que para obtener la totalidad de las funcionalidades es necesario recurrir a versiones de pago de las herramientas utilizadas.

La telefonía a través de internet empieza a ser una realidad en muchas empresas por la rápida amortización y el ahorro de costes que proporciona. El objetivo común es reducir la factura telefónica, sobretodo de las llamadas internacionales y a móviles. La Voz sobre IP está abaratando las comunicaciones internacionales, lo que se traduce en una mejora en la comunicación entre proveedores y clientes (o entre delegaciones del mismo grupo)

Esta tecnología está siendo adoptada por un amplio número de fabricantes de telecomunicaciones y networking tradicionales, que en un principio vieron la voz sobre IP como una amenaza a su base instalada convencional.

Hoy en día la calidad de transmisión de las centrales tradicionales sigue siendo superior a la de una centralita de VoIP pero esta tecnología está mejorando constantemente y llegará a conseguir una calidad similar en poco tiempo.

Mediante la utilización de un softphone se facilita el teletrabajo ya que no requiere que el usuario utilice ningún hardware adicional; el propio PC se comporta como un teléfono IP. Es posible crear un túnel VPN para establecer la comunicación con la central telefónica sin la necesidad de equipos adicionales. El usuario a partir de su login y password pasa a tener todas las prestaciones de cualquier teléfono de la oficina.

El futuro de la Voz sobre IP es muy prometedor ya que por un lado el ancho de banda sigue creciendo a nivel mundial y por el otro se está mejorando el principal problema que presenta esta tecnología, la calidad del servicio (QoS), mediante la aplicación de diferentes técnicas, como es la compresión de cabeceras aplicando los estándares RTP/RTCP, la cancelación del eco o la priorización de los paquetes con mayor latencia, entre otras. Es por esto que para corporaciones internacionales que

puedan contar con sistemas punteros y anchos de banda óptimos, las centralitas de VoIP (PBX) se han convertido en un sistema muy conveniente.

Como línea futura se podría incorporar la videollamada como medio de comunicación y la videoconferencia para realizar conferencias. También se podría implementar el resto de funcionalidades proporcionadas por el servidor de comunicaciones unificadas Elastix : servicio de FAX, mensajería instantánea y e-mail.

Otras líneas futuras de investigación podrían ser mejorar la calidad del servicio de la voz sobre IP (QoS) y dotar al sistema de telefonía IP de mecanismos de seguridad que permitan mantener total privacidad tanto en los datos de voz almacenados en el servidor de VoIP como en las conversaciones.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Elastix without tears. Ben Sharif 2008 [Ben08]
- Comunicaciones unificadas con Elastix. Edgar Landívar 2008 [Edg08]
- Asterisk: The future of telephony. Jim Van Meggelen 2007 [Jim07]
- IP Telephony CookBook. Margit Brandl 2004 [Mar04]
  
- <http://www.asterisknow.org/> [03/03/2011]
- <http://www.trixbox.org/> [04/03/2011]
- <http://www.asterisk.org/> [12/04/2011]
- <http://www.elastix.org/> [12/04/2011]
- <http://www.vmware.com/> [12/04/2011]
- <http://www.virtualbox.org/> [12/05/2011]
- <http://www.sugarcrm.com/crm/> [14/05/2011]
- <http://www.vtiger.com/> [14/05/2011]
- <http://www.voipforo.com> [17/05/2011]
- <http://www.voip-info.org/wiki> [17/05/2011]
- [http://wiki.freeswitch.org/wiki/Main\\_Page](http://wiki.freeswitch.org/wiki/Main_Page) [20/05/2011]
- <http://www.freeswitch.es/> [01/06/2011]
- <http://www.opensips.org> [01/06/2011]
- <http://yat.null.ro/pmwiki> [01/06/2011]

# ANEXO I

## CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

### - *Instalación de Elastix*

La instalación del paquete Elastix se realizará en una Máquina virtual Oracle VM VirtualBox sobre un sistema operativo Linux Centos.

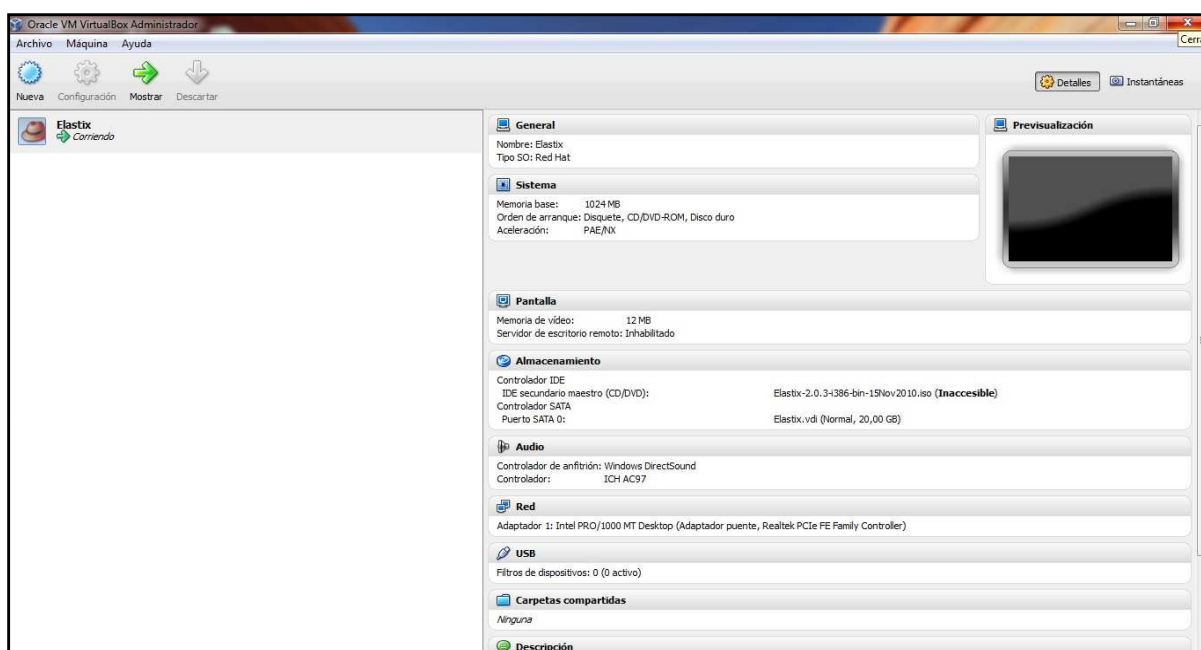


Figura 31. Pantalla principal de Oracle VM VirtualBox

Para realizar la instalación se descargará de la web <http://www.elastix.org> la imagen del paquete Elastix (la última versión estable) y se creará una nueva máquina virtual con ella, especificando que el sistema operativo sea Linux centos. También se tendrá que configurar el idioma, el login y password del administrador de Elastix y la configuración de red (IP, máscara y puerta de enlace) que tendrá la centralita telefónica.

Una vez instalado el paquete Elastix ya podrán administrarse todas las herramientas que incorpora. Para ello se escribirá en un navegador web la IP que le ha sido asignada durante la instalación, en este caso <http://192.168.1.50/>, y se introduce el Login y Password para tener acceso.

### - *Configuración de la centralita Asterisk mediante Elastix.*

Se accede a la configuración de Asterisk a partir de la pestaña *PBX de Elastix*.

- **Configuración de extensiones**

A partir del interfaz web que ofrece Elastix se accede a la pestaña PBX y dentro de esta al apartado de Extensiones. A partir de la pantalla de la Figura. 32 se darán de alta las extensiones internas de la empresa, las cuales serán de tipo SIP. En el campo “*user extension*” se pondrá la extensión, en el campo “*Display Name*” se escribirá el nombre que identificará esta extensión cuando realice llamadas a otras extensiones. Se habilitará el campo “*Call Waiting*” para permitir que entre otra llamada mientras se está en comunicación; el softphone es capaz de gestionar 2 llamadas simultáneas. Un usuario puede ir alternando entre la comunicación con una extensión y la comunicación con otra, dejando al usuario inactivo escuchando música en espera.(si esta opción estuviera deshabilitada, hubiera una comunicación establecida y alguien llamara a esta extensión, encontraría el número ocupado) En el campo “*secret*” se escribirá el password que una extensión necesita para poder registrarse en la centralita asterisk. Y por último será habilitado el buzón de voz para esta extensión poniendo el campo “*Status*” a Enabled. Una vez configurados todos estos parámetros se pulsa sobre “*Submit*”. Una vez hecho esto en la parte superior de la pantalla (bajo las diferentes opciones que aparecen en cada pestaña) se mostrará el mensaje “*Apply Configuration Changes Here*”. Es imprescindible hacer click sobre este para que los cambios se vean reflejados en el sistema.

**Add SIP Extension**

Add Extension

User\_Extension: 6007  
Display Name: 6007  
CID Num Alias:  
SIP Alias: 6007

Extension Options

Outbound CID:  
Ring Time: Default  
Call Waiting: Enable  
Call Screening: Disable  
Pinless Dialing: Disable  
Emergency CID:

Assigned DID/CID

DID Description:  
Add Inbound DID:  
Add Inbound CID:

Device Options

This device uses sip technology.  
secret: 6007  
dtmfmode: rfc2833

Dictation Services

Dictation Service: Disabled  
Dictation Format: Ogg Vorbis  
Email Address:

Language

Language Code:

Recording Options

Record Incoming: On Demand  
Record Outgoing: On Demand

Voicemail & Directory

Status: Enabled  
Voicemail Password:  
Email Address:  
Pager Email Address:  
Email Attachment:  yes  no  
Play CID:  yes  no  
Play Envelope:  yes  no  
Delete Voicemail:  yes  no  
IMAP Username:  
IMAP Password:  
VM Options:  
VM Context: default

VMX Locator

VmX Locator™: Disabled  
Use When:  unavailable  busy  
Voicemail Instructions:  Standard voicemail prompts

Press 0:   Go To Operator  
Press 1:   
Press 2:

Submit

Figura 32. Creación de extensiones SIP



- **Configuración de los códigos de funcionalidades**

Elastix parte de unos valores por defecto de las funcionalidades que ofrece, pero pueden ser modificadas. Algunos de estos códigos han sido utilizados por el softphone que se ha desarrollado en este proyecto para acceder a las funcionalidades que ofrece la centralita, como pueden ser: desvío, transferencia, acceso al buzón de VOZ.

Códigos de características			
	Usar Por defecto?	Característica Estado	
<b>Blacklist</b>			
Blacklist a number	*30	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Blacklist the last caller	*32	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Remove a number from the blacklist	*31	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
<b>Call Forward</b>			
Call Forward All Activate	*72	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward All Deactivate	*73	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward All Prompting Deactivate	*74	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward Busy Activate	*90	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward Busy Deactivate	*91	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward Busy Prompting Deactivate	*92	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward No Answer/Unavailable Activate	*52	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward No Answer/Unavailable Deactivate	*53	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Forward Toggle	*740	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
<b>Call Waiting</b>			
Call Waiting - Activate	*70	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Call Waiting - Deactivate	*71	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
<b>Core</b>			
Asterisk General Call Pickup	*8	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
ChanSpy	555	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Directed Call Pickup	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
In-Call Asterisk Attended Transfer	*2	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
In-Call Asterisk Blind Transfer	##	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
In-Call Asterisk Disconnect Code	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
In-Call Asterisk Toggle Call Recording	*1	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Simulate Incoming Call	7777	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
User Logoff	*12	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
User Logon	*11	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
ZapBarge	888	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Dictation</b>			
Email completed dictation	*35	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Perform dictation	*34	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Do-Not-Disturb (DND)</b>			
DND Activate	*78	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
DND Deactivate	*79	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
DND Toggle	*76	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled

<b>Fax Configuration</b>			
Dial System FAX	666	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Follow Me</b>			
Findme Follow Toggle	*21	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Gabcast</b>			
Connect to Gabcast	*422	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Info Services</b>			
Call Trace	*69	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Directory	#	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Echo Test	*43	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Speak Your Exten Number	*65	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Speaking Clock	*60	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Paging and Intercom</b>			
Intercom prefix	*80	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled
User Intercom Allow	*54	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled
User Intercom Disallow	*55	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled
<b>Phonebook Directory</b>			
Phonebook dial-by-name directory	411	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Queues</b>			
Queue Toggle	*45	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Recordings</b>			
Check Recording	*99	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Save Recording	*77	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Speed Dial Functions</b>			
Set user speed dial	*75	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
Speeddial prefix	*0	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<b>Voicemail</b>			
Dial Voicemail	*98	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
My Voicemail	*97	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled
<input type="button" value="Submit Changes"/>			

Figura 33. Códigos de funcionalidades

## - *Configuración del troncal con el SPA-3102*

Un troncal es el medio de transmisión por el que van a salir y se van recibir llamadas, además de permitir interactuar con la red PSTN. Par configurar un troncal desde Elastix se accede a partir de la ruta *PBX -> PBX Configuration -> Troncales -> Add Sip Trunk*.

Se crea el troncal con la información que parece en la pantalla de la Figura 34. Este troncal estará asociado a la extensión 6010, que a su vez estará asociada a la línea PSTN del Gateway SPA-3102. Este troncal hará de puente entre la red PSTN y la red de VoIP.

Outgoing Settings

Trunk Name:

PEER Details:

```
context=from-psrn
fromuser=spa3102
host=192.168.1.51
insecure=very
nat=no
port=5062
username=spa3102
secret=6001
type=peer
canreinvite=no
```

Incoming Settings

USER Context:

USER Details:

```
canreinvite=no
context=from-psrn
dtmfmode=rfc2833
host=192.168.1.51
port=5061
insecure=very
nat=no
type=user
username=spa3102
secret=6001
```

Registration

Register String:

*Figura 34. Creación del troncal*

- ***Configuración de la operadora digital (IVR)***

Cuando la centralita recibe una llamada externa a la empresa será reproducido un menú con diferentes opciones mediante la operadora digital.

Inicialmente se dará un mensaje de bienvenida: “Bienvenidos a Eages Solutions”. A continuación será reproducido el siguiente menú:

- 1) Pulse ‘1’ para hablar con el departamento comercial.
- 2) Pulse ‘2’ para hablar con el departamento administrativo.
- 3) Pulse ‘3’ para hablar con el departamento técnico.
- 4) Pulse ‘4’ para hablar con el departamento de desarrollo.
- 5) Pulse ‘5’ para unirse a una conferencia.
- 6) Pulse ‘6’ para hablar con recepción.

Y las acciones a llevar a cabo en cada caso se describen a continuación:

Caso 1) se transfiere la llamada a la extensión del departamento comercial: 6060.

Caso 2) se transfiere la llamada a la extensión del departamento de administración: 6070.

Caso 3) la llamada se envía a una cola (extensión 6080), en la que los miembros del departamento técnico atenderán las llamadas. Mientras no responde nadie a la llamada se irá reproduciendo el mensaje de voz “En breves momentos será atendido; manténgase a la espera por favor”.

Caso 4) se transfiere la llamada a la extensión del departamento de desarrollo: 6090.

Caso 5) se transfiere la llamada a la extensión 3000.(sala de conferencias)

Caso 6) se transfiere la llamada a la extensión del departamento de administración: 6070.

Si se introduce un número fuera del intervalo [1-6] se reproducirá el mensaje informativo “La opción pulsada no es válida; introduzca de nuevo la opción”.

- **Configuración de llamadas entrantes y salientes**

Mediante esta configuración se define el comportamiento lógico de la centralita.

o **Llamadas entrantes (Inbound Routes)**

El comportamiento de las llamadas entrantes será definido mediante la configuración de los campos “*DID Number*”, que se usa para identificar troncales y para conectar servidores asterisk, y “*Caller ID Number*” para identificar las llamadas.

Las llamadas entrantes provienen del troncal asociado al Gateway VoIP, es decir, del operador telefónico. Por lo tanto, en la pestaña PSTN Line del SPA-3102 se rellenará el campo “*DIAL PLAN 8 =<S0:6010@192.168.1.50>*”. Este campo identifica las llamadas provenientes de la línea PSTN del Gateway, con el DID 6010. El siguiente paso es crear un “*Inbound Route*” para que atienda a estas llamadas. En “*DID Number*” se pondrá 6010 y en “*Set Destination*” se seleccionará la opción IVR. De esta forma, todas las llamadas que lleguen a la centralita serán atendidas por la operadora digital.

**Add Incoming Route**

Add Incoming Route

Description: PSTN -> Operadora  
DID Number: 6010  
Caller ID Number:  
CID Priority Route:

Options

Alert Info:  
CID name prefix:  
Music On Hold: Default  
Signal RINGING:   
Pause Before Answer:

Privacy

Privacy Manager: No

CID Lookup Source

Source: None

Language

Language:

Fax Detect

Detect Faxes:  No  Yes

Set Destination

Conferences: Reunion <3000>  
Phonebook Directory: Phonebook Directory  
Terminate Call: Hangup  
Extensions: <6001> 6001-SPA3102  
Voicemail: <6001> 6001-SPA3102 (busy)  
 IVR: Receptionista 1

Submit Clear Destination & Submit

Figura 35. Configuración Inbound Route

○ **Llamadas salientes (Outbound Routes):**

Se define una ruta de salida a través de la PSTN de tal forma que cuando un usuario marque un 0 seguido de 9 dígitos (bien sea un número fijo o un móvil) esta llamada será enrutada (a través del troncal definido, SIP/6010) para ser realizada a través de la línea analógica. El campo "Dial Patterns" se puede ampliar con más patrones que tengan que cumplir los números a los que se permita llamar a través de la PSTN.

En principio se ha configurado este troncal para que se pueda llamar a números fijos nacionales e internacionales y a móviles, pero se podría configurar otro troncal que llamara únicamente a números móviles e internacionales a través de un proveedor de internet.(manteniendo el primer troncal con las llamadas a números nacionales fijos) De esta forma la empresa reduciría costes ya que es mucho más barato llamar mediante un proveedor de internet a móviles y a números internacionales que no a través de la red analógica.

**Add Route**

Route Name: PSTN

Route CID:   Override Extension CID

Route Password:

PIN Set: None

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?: default

Dial Patterns

0 |XXXXXXXXXX

Dial patterns wizards: (pick one)

Trunk Sequence

0 SIP/6010

Figura 36. Configuración Outbound Route

## - Configuración de colas

Existen diferentes políticas para gestionar las colas de llamadas entrantes, pero la empresa solicita que se implemente la estrategia de atención de llamadas “*leastrecent*” cuando llamen al departamento técnico. (la llamada se pasa al agente que hace más tiempo que ha recibido una llamada)

Se procederá a configurar la cola accediendo a través del menú situado en la parte izquierda de la pantalla, dentro de la pestaña “*PBX Configuration*”

Se asigna una extensión a esta cola: “7000” (será el número de cola) y un nombre: “técnico”. El campo más interesante a configurar es “*Ring strategy*”, (la política de atención a una llamada) al cual se le asignará la política “*Agente con última llamada más antigua*”.

### Añadir cola

**Añadir cola**

Número de cola: 6090  
Nombre de la cola: tecnico  
Contraseña de la cola:  
Prefijo del nombre del CID:  
Prefijo de tiempo de espera: No  
Información de alerta:  
Agentes fijos:  
Captura rápida de extensión Dynamic Members: (Seleccione una extensión)  
Captura rápida de extensión: (Seleccione una extensión)  
Restrict Dynamic Agents:  Sí  No  
Agent Restrictions: Call as Dialed

**Opciones de la cola**

Anuncio de agente: Ninguno  
Anuncio de entrada: Ninguno  
Clase de música en espera: inherit  
Hacer sonar en lugar de música en espera:   
Tiempo máximo de espera: Sin limite  
Llamantes máximos: 0  
Entrar si vacía: Sí  
Salir cuando vacía: No  
Ring Strategy: Agente con última llamada más antigua  
Tiempo de espera de agente: 15 segundos  
Reintentar: 5 segundos  
Wrap-Up-Time: 0 segundos  
Grabación de llamadas: No

**Eventos y Anuncios**

Event When Called: No  
Estado: No  
Skip Busy Agents: No  
Queue Weight: 0  
Autofill:   
Agent Regex Filter:  
Report Hold Time: No  
Service Level: 60 segundos

**Anuncios de la posición del llamante**

Frecuencia: 0 segundos  
Anunciar posición: No  
Anunciar tiempo de espera estimado: No

**Anuncios periódicos**

IVR Break Out Menu: Ninguno  
Frecuencia de repetición: 0 segundos

**Destino en caso de fallo**

Conferences: Reunion <3000>  
Phonebook Directory: Phonebook Directory  
Terminate Call: Hangup  
Extensions: <6001> 6001-SPA3102  
Voicemail: <6001> 6001-SPA3102 (busy)  
IVR: Recepcionista 1

Enviar cambios

Figura 37. Configuración de la cola

## - Configuración de las salas de conferencias

Se creará una sala de conferencias en la que pueda haber múltiples participantes, según el requisito exigido por la empresa. Para ello se pulsará el botón "Añadir Conferencia", dentro de la opción "Conferencias", situado en la parte izquierda de la pantalla, bajo la pestaña "PBX Configuration". A cada usuario se le asigna un PIN para que pueda unirse a la conferencia y al administrador otro. En este caso se ha puesto "Si" en la opción "Esperar al administrador" para que la conferencia no empiece hasta que el administrador no haya entrado en la sala de conferencias. Normalmente el administrador es el que organiza la conferencia. Para ello envía a los contactos con los que desea reunirse un e-mail con la fecha, la hora, la extensión de la conferencia que tendrá que marcar cuando la operadora digital se lo solicite y el password para poder entrar en esta. De esta forma, un usuario externo, que se encuentre en cualquier lugar del mundo marcará el número corporativo de la empresa, y mediante la operadora digital elegirá la opción "Unirse a una conferencia", marcará el PIN que le han asignado y podrá participar en la conferencia.

Al tratarse de una empresa pequeña/mediana en principio con una sala de conferencia tendría suficiente, pero siempre existe la posibilidad de configurar más salas, adaptando de esta manera el sistema a las necesidades de la empresa.

### Añadir conferencia

Añadir conferencia

Nombre de la conferencia:   
PIN de usuario:   
PIN de administración:

Opciones de conferencia

Mensaje de bienvenida:   
Esperar al administrador:   
Talker Optimization:   
Talker Detection:   
Modo silencioso:   
Contador de usuarios:   
Entrada/Salida de usuario:   
Música en espera:   
Music on Hold Class:   
Permitir menú:   
Grabar conferencias:

Figura 38. Creación de la sala de Conferencias

## - **Configuración del estacionamiento o aparcamiento de llamadas**

El estacionamiento de llamadas consiste en estacionar una llamada en curso (a efectos del interlocutor aparcado será como si lo hubieran puesto en espera) para recogerla al cabo de un tiempo desde cualquier teléfono interno de la empresa. En el momento de aparcar una llamada una operadora digital comunicará el número que hay que marcar para recoger la llamada aparcada. Marcando este número se establecerá de nuevo la comunicación.

Para habilitar el aparcamiento de llamadas se selecciona la opción “Estacionamiento”, dentro de la pestaña “PBX configuration”, habilitando “la característica de aparcamiento”, indicando la “extensión de aparcamiento”, el “número máximo de aparcamientos” (Asterix soporta 20 como máximo) y el “tiempo máximo de aparcamiento”. (cuando expira este tiempo la llamada vuelve al usuario que la estacionó)

### Configuración de aparcamiento

#### Opciones de aparcamiento

Habilitar característica de aparcamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Extensión de aparcamiento:	70
Cantidad de aparcamientos:	8
Tiempo de máximo de aparcamiento	1 minuto
Contexto del aparcamiento:	parkedcalls

#### Actions for Timed-Out Orphans

Parking Alert-Info:	
CallerID Prepend:	
Announcement:	Ninguno

#### Destination for Orphaned Parked Calls:

Conferences:	Reunion <3000>
Phonebook Directory:	Phonebook Directory
Terminate Call:	Hangup
Extensions:	<6001> 6001-SPA3102
Voicemail:	<6001> 6001-SPA3102 (busy)
IVR:	Recepcionista 1

Enviar cambios

Figura 39. Configuración de estacionamiento de llamadas



- **Configuración del buzón de voz**

En el buzón de voz el único parámetro que se configurará es el número que ha de marcar un usuario para acceder a este servicio. Esto se hace dentro de la pantalla de códigos de funcionalidades, asignando el número en el campo “My Voicemail”.(por defecto es “\*97”)

Desde la pestaña de Elastix “Voicemail” se puede visualizar, aplicando un filtro de fechas, los mensajes de buzón de voz almacenados, con detalles de fecha, tiempo, llamante, extensión llamada y duración. También es posible escuchar estos mensajes e incluso descargarlos.

Eliminar	Fecha	Tiempo	CallerID	Extensión	Duración	Mensaje
<input type="checkbox"/>	2011-05-02	02:53:03	*6001-SPA3102* <6001>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	14:42:58	*6002* <6002>	6002	69 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	12:56:52	*6001* <6001>	6002	4 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	12:56:24	*6001* <6001>	6002	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	09:31:35	*6001* <6001>	6001	0 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	08:24:58	*6003* <6003>	6001	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	07:40:15	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	06:53:52	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	05:53:49	*6002* <6002>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	04:45:54	*6002* <6002>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	04:42:29	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	04:33:29	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	04:32:35	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	00:48:55	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>
<input type="checkbox"/>	2011-04-24	00:22:09	*6003* <6003>	6005	1 sec.	<a href="#">Escuchar</a> <a href="#">Descargar</a>

Figura 40. Grabaciones del buzón de voz

- **Configuración del Softphone**

A nivel de programación, la configuración necesaria para que un softphone pueda registrarse en el servidor asterisk y de esta forma acceder a los servicios de la centralita son necesarios los campos: "Username", "extensión", "password" y la "IP del servidor Asterisk". Del registro en el servidor de una extensión se encarga un método de la librería de código abierto SipekSDK. Es obligatorio que un softphone registre su extensión en el servidor para poder estar operativo.

A nivel de BBDD es necesario también configurar un origen de datos que apunte a la BBDD postgres (Softphone) instalada en la máquina que contiene el paquete Elastix:

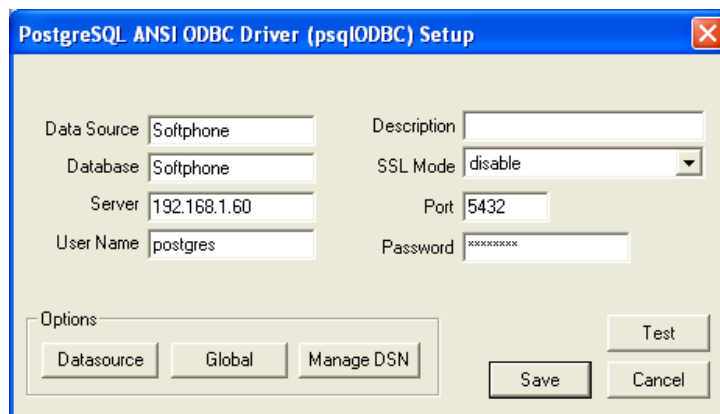


Figura 41. Origen de datos para la conexión con la BBDD postgres

- **Configuración del Gateway VoIP (SPA-3102)**

Sobre este dispositivo se configurarán 2 extensiones, una perteneciente a una línea de VoIP y otra asociada a la línea PSTN.

La configuración del Gateway se realizará vía web accediendo a la IP 192.168.1.51. Dentro de la pestaña "VOICE" se encuentra la pestaña "Line 1", donde será configurada la extensión de VoIP (Figura 42), y la pestaña "PSTN Line", donde se configura la extensión de la PSTN y el enlace con "Line 1".(Figura 43)

The screenshot displays the 'Linksys Phone Adapter Configuration' web interface, specifically the 'Line 1' configuration page under the 'Voice' tab. The interface is organized into several sections with various settings:

- Line Enable:** Set to 'yes'.
- Streaming Audio Server (SAS):** SAS Enable is 'no', SAS Inbound RTP Bink is empty, and SAS DLG Refresh Intvl is '30'.
- NAT Settings:** NAT Mapping Enable is 'no', NAT Keep Alive Msg is 'SNOTIFY', NAT Keep Alive Enable is 'no', and NAT Keep Alive Dest is 'SPROXY'.
- Network Settings:** SIP ToS/Diffserv Value is 'Dx6E', RTP ToS/Diffserv Value is 'DxbE', Network Jitter Level is 'high', SIP CoS Value is '3', and RTP CoS Value is '5'. Jitter Buffer Adjustment is 'up and down'.
- SIP Settings:** SIP Port is '5060', SIP 100REL Enable is 'no', EXT SIP Port is empty, Auth Resync-Reboot is 'yes', SIP Proxy-Require is empty, SIP Remote-Party-ID is 'yes', SIP GUID is 'no', SIP Debug Option is 'none', RTP Log Intvl is '0', Restrict Source IP is 'no', Referor Bye Delay is '4', Refer Target Bye Delay is '0', Referee Bye Delay is '0', Refer-To Target Contact is 'no', and Sticky 183 is 'no'.
- Call Feature Settings:** Blind Actn-Xfer Enable is 'no', Xfer When Hangup Conf. is 'yes', and MOH Server is empty.
- Proxy and Registration:** Proxy and Outbound Proxy are both '192.168.1.50'. Use Outbound Proxy is 'no', Register is 'yes', Register Expires is '3600', Use DNS SRV is 'no', Proxy Fallback Intvl is '3600', Voice Mail Server is empty, Use OB Proxy In Dialog is 'no', Make Call Without Reg. is 'no', Ans Call Without Reg. is 'no', DNS SRV Auto Prefix is 'no', Proxy Redundancy Method is 'Normal', and Mailbox Subscribe Expires is '2147483647'.
- Subscriber Information:** Display Name is '6001-SPA3102', Password is '\*\*\*\*\*', Auth ID is '6001', User ID is '6001', and Use Auth ID is 'yes'. Mini Certificate and SRTP Private Key fields are empty.

Supplementary Service Subscription			
Call Waiting Serv:	yes	Block CID Serv:	yes
Block ANC Serv:	yes	Dist Ring Serv:	yes
CWd All Serv:	yes	CWd Busy Serv:	yes
CWd No Ans Serv:	yes	CWd Sel Serv:	yes
CWd Last Serv:	yes	Block Last Serv:	yes
Accept Last Serv:	yes	DND Serv:	yes
CID Serv:	yes	CWCID Serv:	yes
Call Return Serv:	yes	Call Redial Serv:	yes
Call Back Serv:	yes	Three Way Call Serv:	yes
Three Way Conf Serv:	yes	Attn Transfer Serv:	yes
Unattn Transfer Serv:	yes	MWI Serv:	yes
VMWI Serv:	yes	Speed Dial Serv:	yes
Secure Call Serv:	yes	Referral Serv:	yes
Feature Dial Serv:	yes	Service Announcement Serv:	no
Audio Configuration			
Preferred Codec:	G711u	Silence Supp Enable:	no
Use Pref Codec Only:	no	Silence Threshold:	medium
G729a Enable:	yes	Echo Canc Enable:	yes
G723 Enable:	yes	Echo Canc Adapt Enable:	yes
G729-16 Enable:	yes	Echo Supp Enable:	yes
G729-24 Enable:	yes	FAX CED Detect Enable:	yes
G729-32 Enable:	yes	FAX CNG Detect Enable:	yes
G729-40 Enable:	yes	FAX Passthru Codec:	G711u
DTMF Process INPD:	yes	FAX Codec Symmetric:	yes
DTMF Process AVT:	yes	FAX Passthru Method:	NSE
DTMF Tx Method:	Auto	FAX Process NSE:	yes
Hook Flash Tx Method:	None	FAX Disable SCAN:	no
Release Unused Codec:	yes	FAX Enable T38:	yes
FAX T38 Redundancy:	1	FAX Tone Detect Mode:	caller or callee
Symmetric RTP:	yes		
Gateway Accounts			
Gateway 1:		GW1 NAT Mapping Enable:	no
GW1 Auth ID:		GW1 Password:	
Gateway 2:		GW2 NAT Mapping Enable:	no
GW2 Auth ID:		GW2 Password:	
Gateway 3:		GW3 NAT Mapping Enable:	no
GW3 Auth ID:		GW3 Password:	
Gateway 4:		GW4 NAT Mapping Enable:	no
GW4 Auth ID:		GW4 Password:	
VoIP Fallback To PSTN			
Auto PSTN Fallback:	yes		
Dial Plan			
Dial Plan:	(*xx[3469]11[0/00][2-9]xxxxxx[1xxx[2-9]xxxxxx0]xxxxxxxxxxxxx.)		
Enable IP Dialing:	no	Emergency Number:	
FXS Port Polarity Configuration			
Idle Polarity:	Forward	Caller Conn Polarity:	Forward
Callee Conn Polarity:	Forward		

*Figura 42. Configuración de la extensión VoIP*

Router		<b>Voice</b>	
Info	System	SIP	Provisioning
Regional	Line 1	<b>PSTN Line</b>	User 1
PSTN User	<a href="#">View Logs</a>	<a href="#">Basic</a>	<a href="#">Advanced</a>

Line Enable:  yes

**NAT Settings**

NAT Mapping Enable:  no      NAT Keep Alive Enable:  no  
 NAT Keep Alive Msg: \$NOTIFY      NAT Keep Alive Dest: \$PROXY

**Network Settings**

SIP ToS/DiffServ Value: 0x68      SIP CoS Value: 3 [0-7]  
 RTP ToS/DiffServ Value: 0xb8      RTP CoS Value: 6 [0-7]  
 Network Jitter Level: high      Jitter Buffer Adjustment: Up and down

**SIP Settings**

SIP Port: 5062      SIP 100REL Enable:  no  
 EXT SIP Port:      Auth Resync-Reboot:  yes  
 SIP Proxy-Require:      SIP Remote-Party-ID:  yes  
 SIP GUID: no      SIP Debug Option: none  
 RTP Log Intvl: 0      Restrict Source IP:  no  
 Referor Bye Delay: 4      Refer Target Bye Delay: 0  
 Referer Bye Delay: 0      Refer-To Target Contact:  no  
 Sticky 183:  no

**Proxy and Registration**

Proxy: 192.168.1.50  
 Outbound Proxy: 192.168.1.50  
 Use Outbound Proxy:  yes      Use OB Proxy In Dialog:  yes  
 Register:  yes      Make Call Without Reg:  yes  
 Register Expires: 3600      Ans Call Without Reg:  yes  
 Use DNS SRV:  no      DNS SRV Auto Prefix:  no  
 Proxy Fallback Intvl: 3600      Proxy Redundancy Method: Normal

**Subscriber Information**

Display Name: PSTN-6010      User ID: 6010  
 Password: \*\*\*\*\*      Use Auth ID:  no  
 Auth ID:      Mini Certificate:      SRTP Private Key:

**Audio Configuration**

Preferred Codec: G711u      Silence Supp Enable:  no  
 Use Pref Codec Only:  no      Echo Canc Enable:  yes  
 G729a Enable:  yes      Echo Canc Adapt Enable:  yes  
 G723 Enable:  yes      Echo Supp Enable:  yes  
 G726-16 Enable:  yes      FAX CED Detect Enable:  yes  
 G726-24 Enable:  yes      FAX CNG Detect Enable:  yes  
 G726-32 Enable:  yes      FAX Passthru Codec: G711u  
 G726-40 Enable:  yes      FAX Codec Symmetric:  yes  
 DTMF Process INFO:  yes      FAX Passthru Method: NSE  
 DTMF Process AVT:  yes      DTMF Tx Method: Auto  
 Release Unused Codec:  yes      FAX Process NSE:  yes  
 Symmetric RTP:  yes      FAX Disable ECAV:  no

**Dial Plans**

Dial Plan 1:        
 Dial Plan 2: (xx.)        
 Dial Plan 3: (xx.)        
 Dial Plan 4: (xx.)        
 Dial Plan 5: (xx.)        
 Dial Plan 6: (xx.)        
 Dial Plan 7: (xx.)        
 Dial Plan 8: (S0<-6010@192.168.1.50>

**VoIP-To-PSTN Gateway Setup**

VoIP-To-PSTN Gateway Enable:  yes      VoIP Caller Auth Method: HTTP Digest  
 VoIP PIN Max Retry: 3      One Stage Dialing:  yes  
 Line 1 VoIP Caller DP: none      VoIP Caller Default DP: none  
 Line 1 Fallback DP: none  
 VoIP Caller ID Pattern:        
 VoIP Access List:        
 VoIP Caller 1 PIN:      VoIP Caller 1 DP: 1  
 VoIP Caller 2 PIN:      VoIP Caller 2 DP: 1  
 VoIP Caller 3 PIN:      VoIP Caller 3 DP: 1  
 VoIP Caller 4 PIN:      VoIP Caller 4 DP: 1  
 VoIP Caller 5 PIN:      VoIP Caller 5 DP: 1  
 VoIP Caller 6 PIN:      VoIP Caller 6 DP: 1  
 VoIP Caller 7 PIN:      VoIP Caller 7 DP: 1  
 VoIP Caller 8 PIN:      VoIP Caller 8 DP: 1

**VoIP Users and Passwords (HTTP Authentication)**

VoIP User 1 Auth ID:	spa3102	VoIP User 1 DP:	1
VoIP User 1 Password:	*****		
VoIP User 2 Auth ID:		VoIP User 2 DP:	1
VoIP User 2 Password:			
VoIP User 3 Auth ID:		VoIP User 3 DP:	1
VoIP User 3 Password:			
VoIP User 4 Auth ID:		VoIP User 4 DP:	1
VoIP User 4 Password:			
VoIP User 5 Auth ID:		VoIP User 5 DP:	1
VoIP User 5 Password:			
VoIP User 6 Auth ID:		VoIP User 6 DP:	1
VoIP User 6 Password:			
VoIP User 7 Auth ID:		VoIP User 7 DP:	1
VoIP User 7 Password:			
VoIP User 8 Auth ID:		VoIP User 8 DP:	1
VoIP User 8 Password:			

**PSTN-To-VoIP Gateway Setup**

PSTN-To-VoIP Gateway Enable:	yes	PSTN Caller Auth Method:	none
PSTN Ring Thru Line 1:	no	PSTN PIN Max Retry:	4
PSTN CID For VoIP CID:	yes	PSTN CID Number Prefix:	
PSTN Caller Default DP:	5	Off Hook While Calling VoIP:	no
Line 1 Signal Hook Flash To PSTN:	Disabled	PSTN CID Name Prefix:	
PSTN Caller ID Pattern:			
PSTN Access List:			
PSTN Caller 1 PDN:		PSTN Caller 1 DP:	1
PSTN Caller 2 PDN:		PSTN Caller 2 DP:	1
PSTN Caller 3 PDN:		PSTN Caller 3 DP:	1
PSTN Caller 4 PDN:		PSTN Caller 4 DP:	1
PSTN Caller 5 PDN:		PSTN Caller 5 DP:	1
PSTN Caller 6 PDN:		PSTN Caller 6 DP:	1
PSTN Caller 7 PDN:		PSTN Caller 7 DP:	1
PSTN Caller 8 PDN:		PSTN Caller 8 DP:	1

**FXO Timer Values (sec)**

VoIP Answer Delay:	1	VoIP PIN Digit Timeout:	10
PSTN Answer Delay:	1	PSTN PIN Digit Timeout:	10
PSTN-To-VoIP Call Max Dur:	0	PSTN Ring Thru Delay:	1
VoIP-To-PSTN Call Max Dur:	0	PSTN Ring Thru CWT Delay:	3
VoIP DLG Refresh Intvl:	0	PSTN Ring Timeout:	5
PSTN Dialing Delay:	1	PSTN Dial Digit Len:	./1/1
PSTN Hook Flash Len:	.25		

**PSTN Disconnect Detection**

Detect CPC:	yes	Detect Polarity Reversal:	yes
Detect PSTN Long Silence:	yes	Detect VoIP Long Silence:	yes
PSTN Long Silence Duration:	60	VoIP Long Silence Duration:	60
PSTN Silence Threshold:	high	Min CPC Duration:	0.2
Detect Disconnect Tone:	yes		
Disconnect Tone:	480@-30,620@-30;4(.25/.25/1+2)		

**International Control**

FXO Port Impedance:	600	Ring Frequency Min:	10
SPA To PSTN Gain:	0	Ring Frequency Max:	100
PSTN To SPA Gain:	0	Ring Validation Time:	256 ms
Tip/Ring Voltage Adjust:	3.5 V	Ring Indication Delay:	512 ms
Operational Loop Current Min:	10 mA	Ring Timeout:	540 ms
On-Hook Speed:	Less than 0.5 ms	Ring Threshold:	13.5-16.5 Vrms
Current Limiting Enable:	no	Ring Impedance:	High (Normal)
Line-In-Use Voltage:	30		

Figura 43. Configuración de la extensión PSTN

Firmado: Miguel Martínez Martínez

Bellaterra, 22 de Junio de 2011

## **RESUMEN**

El proyecto consiste en la creación mediante software libre de un sistema de telefonía corporativo, que ofrece la mayor parte de las funcionalidades de un sistema telefónico implantado en cualquier PYME de la actualidad y que tiene como elemento principal una centralita telefónica Asterisk, así como en el desarrollo de un softphone (teléfono software) utilizando el protocolo de señalización SIP, que explota gran parte de las funcionalidades que proporciona la centralita. Este sistema de telefonía tiene además la capacidad de integrarse con herramientas CRM a través de la importación de los contactos en el listín corporativo del softphone.

## **RESUM**

El projecte consisteix en la creació mitjançant programari lliure d'un sistema de telefonia corporatiu, el qual ofereix la major part de les funcionalitats d'un sistema telefònic implantat a qualsevol PIME de l'actualitat i té com a element principal una centraleta telefònica Asterisk, així com en el desenvolupament d'un softphone (telèfon software) utilitzant el protocol de senyalització SIP, el qual explota gran part de les funcionalitats que proporciona la centraleta. Aquest sistema de telefonia té a més la capacitat d'integrar-se amb eines CRM a través de la importació dels contactes a la guia de telèfons corporativa del softphone.

## **SUMMARY**

The project involves creating a free software corporate telephone system, mainly based on an Asterisk PBX, and offering most of the functionalities of a phone system implemented in any SME nowadays. It also involves developing a softphone (software phone) using the SIP signaling protocol, which exploits most of the functionalities offered by Asterisk PBX. This phone system can also be integrated with CRM tools by importing contacts into the softphone corporate directory.