

CENTRAL VOIP, UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA EN EL MARCO DE UNA OFICINA VIRTUAL PARA PYMES. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO OFICINA VIRTUAL

Romero, Roxana

Unidad de Cursos Básicos, Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Maturín, Venezuela. E-mail: roxanaromero89@gmail.com

Marcano, Ana Victoria

Unidad de Cursos Básicos, Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Maturín, Venezuela. E-mail: amarcano@udo.edu.ve

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo la implementación de una central telefónica con VoIP basada en software libre con el propósito de brindar a las PyMES del país una herramienta tecnológica que las mantenga a la vanguardia de las comunicaciones ya que combina telefonía IP con la telefonía tradicional, permitiendo esto ahorrar gastos de telefonía. El estudio se enmarcó en la modalidad de investigación tipo interactiva a un nivel integrativo, utilizando como técnicas de recolección de datos la entrevista y la recopilación bibliográfica. La implementación se logró haciendo uso de la metodología Ciclo de vida del software en V, desarrollada por Alan Davis, ésta permitió estudiar la situación actual, determinar los requerimientos, seleccionar los componentes hardware y software mediante un estudio de tecnologías que implicó el análisis y evaluación de diversas herramientas necesarias para la puesta en funcionamiento del sistema, la implementación de los componentes seleccionados y por último, la evaluación del funcionamiento de la central telefónica. Para evaluarla se construyó un plan de pruebas, como ésta cumplió con todas las funcionalidades requeridas fue validada. Finalmente se elaboró un manual, donde se detalló de forma gráfica y escrita cómo configurar y utilizar correctamente la central telefónica de la Oficina Virtual.

Palabras claves: Central telefónica, Voz sobre IP, software libre, PyMES.

ABSTRACT

This research was aimed at implementation of a telephone exchange with Voice over IP based on free software for the purpose of offer to the PyMES the country a technological tool to keep them at the forefront of communications because it combines IP telephony with traditional telephony, allowing this cost saving telephony. The study was framed in the form of interactive-type research in a integrative level, using as data collection techniques interview and bibliography. The implementation was achieved using the methodology of the software life cycle in V, developed by Alan Davis, this allowed to study the current situation, determine the requirements, select the hardware components and software technologies through a study involving the analysis and evaluation of various tools necessary for the operation of the system, the implementation of the components selected and finally, evaluation of telephone exchange performance. For the evaluation was built a test plan, as complied with all functionality required was validated. Following this developed a manual, which details in a graphical and written form, how to configurate and use in a correctly way the telephone exchange of theVirtual Office.

Keywords: telephone Exchange, voice over ip, free software, PyMES.

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte del sector productivo Venezolano viene dado por pequeñas empresas cuyo motivo de constitución fue garantizarles a sus fundadores un sustento dentro de la economía Venezolana. Visto de otro modo, el fin perseguido por este sector (las PyMES) es abrirse camino y llegar a ser consideradas como unidades productivas fuertes, pero lamentablemente el escenario ha sido otro. Respecto a las debilidades que presentan las PyMES en Latinoamérica y Venezuela, Páez (2008) señala:

En general, se han identificado como las grandes debilidades la falta de capital humano adecuadamente preparado, la falta de financiamiento, la dificultad de acceso a mercados más amplios, el bajo desarrollo tecnológico, y, en general, fallas en áreas relacionadas a procesos, logística, mantenimiento, capital humano y mercadeo. (p. 24).

Es por ello que las PyMES han sido catalogadas como empresas frágiles y/o débiles y esto en parte se debe al hecho de que no están capacitadas en cuanto al uso de tecnologías de información y comunicación. Hoy en día, las circunstancias laborales que afronta la sociedad han hecho que las empresas se vean en la necesidad de estar bien comunicadas con el fin de alcanzar la eficiencia en los objetivos de su organización. Por esta razón actualmente se encuentran diversos medios de comunicación, como la PSTN (acrónimo de *Public Switched Telephone Network*), las redes de Internet, entre otros. Hoy existe una nueva tecnología de comunicación que brinda muchos beneficios a la sociedad, la Voz sobre el Protocolo de Internet (VoIP por sus siglas en inglés de *Voice over Internet Protocol*). VoIP es la tecnología que permite el enrutamiento de conversaciones de voz sobre Internet o una red de computadoras. Usar Internet para proporcionar servicios de voz es una opción interesante, pues homogeniza y optimiza el uso de las infraestructuras de transporte y en consecuencia ofrece precios atractivos. (Mañas, J., 2004).

El presente estudio se basa en la implementación de una central telefónica con VoIP basada en software libre en la Oficina Virtual. Oficina Virtual es un proyecto en desarrollo que tiene como objetivo la construcción de un dispositivo electrónico con lo necesario para iniciar una empresa, ya que además de ofrecer un manejo automatizado de las operaciones administrativas que se realizan a diario en una empresa, también engloba una variedad de servicios como son: conexión a Internet a través de redes LAN y WAN (alámbricas e inalámbricas), servicios de VPN para brindar movilidad al cliente, servicios de telefonía tradicional y telefonía IP, entre otros.

El objetivo de esta investigación se alcanzó utilizando el modelo en V del ciclo de vida de desarrollo de software. Se tomó como metodología de referencia para este proyecto ya que la principal ventaja encontrada es que ésta es una metodología iterativa que permite luego de terminar cada etapa, realizar una revisión para comprobar si se puede pasar a la siguiente. Esto permitió reducir los riesgos en el proyecto, lo cual fue sumamente importante.

2. DESARROLLO

Siguiendo el objetivo perseguido por Oficina Virtual, construir un equipo funcional y dotarlo de herramientas tecnológicas para brindar a las PYMES un producto que las ayude a mantenerse dentro del mercado actual, la implementación de una central IP PBX es una opción que no podía dejarse de lado, ya que este tipo de central telefónica hace posible conectar las extensiones internas de la empresa con la red de telefonía básica y además, integrándose con las amplias opciones de servicio que ofrece la tecnología de VoIP. En una central IP PBX verdadera, cada elemento sólo requiere una conexión de datos IP para comunicarse con otros elementos y transportar tanto señales de voz como datos. (Swale, R. 2008). Además se tiene la reducción de costos en el proyecto debido a que la central telefónica está basada en software regido bajo los términos de la licencia GPL, eso conforma el complemento perfecto para hacer posible que la Oficina Virtual cuente con un sistema de telefonía completo para satisfacer las necesidades de las PyMES del país.

Del modelo en V del ciclo de vida del software se tomaron cuatro (4) etapas: análisis, diseño, implementación y validación del sistema. Por consideraciones del autor se agregó una etapa entre diseño e implementación, la cual se denominó preparación del sistema. En la tabla 1 se presenta el cuadro operativo, el cual detalla cada una de las actividades asociadas a las cinco (5) etapas que conforman el presente estudio.

Tabla 1. Cuadro Operativo

Etapa	Metodología	Actividades	Objetivos Específicos
Etapa I. Análisis del sistema	Ciclo de vida del software en V	Analizar la situación actual.	1. Identificar los requerimientos de comunicación con tecnología de VoIP que desea ofrecer Oficina Virtual, con la finalidad de adquirir una visión clara de lo que se espera que haga la central telefónica.
		Formular entrevistas a los encargados del Proyecto Oficina Virtual.	
		Obtener los requerimientos del sistema.	
		Identificar criterios de selección y evaluación para cada una de las propuestas de hardware y software que se realicen.	2. Seleccionar la plataforma de hardware y software más adecuada para la puesta en funcionamiento de la central IP PBX .
		Presentar propuestas de hardware y software de VoIP.	
		Recopilar información que permita la formulación de un estudio tecnológico a nivel de software y hardware para la central IP PBX.	
Realizar matriz de decisión basada en método de evaluación cuantitativo para seleccionar el hardware y software a implementar en el prototipo de Oficina Virtual.			
Etapa II. Diseño del sistema	Ciclo de vida del software en V	Describir lo que funcionalmente se espera que haga la central IP PBX.	3. Representar a través de un diseño lógico y físico los componentes de la central IP PBX para así lograr una interpretación detallada de cómo llevar a cabo la implementación del sistema.
		Especificar los detalles técnicos de los componentes hardware y software.	
		Describir cómo se integraran los componentes tecnológicos de la central IP PBX para el correcto funcionamiento de la misma.	
		Desarrollar Plan de Pruebas.	
Etapa III. Preparación del sistema		Realizar reuniones de seguimiento con los encargados del proyecto Oficina Virtual.	4. Definir los requerimientos iniciales de comunicación para la central IP PBX con el fin de conocer que se
		Identificar los requerimientos de comunicación necesarios para ofrecer servicios de telefonía con la central IP PBX.	

Tabla 1. (Continuación)

			Debe configurar en el prototipo
Etapa IV. Implementación del sistema	Ciclo de vida del software en V	Instalar el hardware y software seleccionados.	5. Implementar la plataforma hardware y software en el prototipo de la Oficina Virtual.
		Configurar los componentes instalados.	
		Aplicar pruebas a la central telefónica siguiendo el plan de pruebas desarrollado.	
		Elaborar manual de usuario.	
Etapa V. Validación del sistema		Aplicar pruebas integrales al sistema para verificar si la tecnología implementada cumple con los requerimientos iniciales del proyecto Oficina Virtual.	

3. RESULTADOS

Los resultados se plantearon en las distintas etapas expuestas en la tabla 1, desarrollando así la metodología implementada en la investigación, basada en el modelo en V de la metodología Ciclo de vida del software, lo cual permitió obtener una serie de resultados favorables para el proyecto Oficina Virtual.

3.1. ETAPA I. ANALISIS DEL SISTEMA.

El Proyecto Oficina Virtual nace con el objetivo de desarrollar un dispositivo electrónico que permita la automatización e integración del proceso de gestión administrativo en las pequeñas y medianas empresas y organizaciones de la economía social, esto con el propósito de fortalecer sus actividades y hacerlas más competitivas dentro del mercado, ofreciendo un producto funcional que reúna todas las características necesarias para arrancar el funcionamiento de una organización. Los servicios que ofrecerá la Oficina Virtual son: conexión a internet, manejo de procesos administrativos de forma automatizada, central telefónica con VoIP, conexión a través de redes virtuales privadas (VPN), entre otros.

La base del presente estudio fue la implementación de la central telefónica con VoIP en el dispositivo. Oficina Virtual requirió de una central IP PBX porque persigue ofrecer una variedad de funcionalidades de telefonía como son: llamadas sobre internet (telefonía IP), llamadas a la red de telefonía básica, conferencia y transferencia de llamadas, configuración de una recepcionista virtual (IVR), entre otras; y con una central IP PBX brindar estas funcionalidades puede hacerse sin que el proyecto incurra en costos elevados ya que este tipo de central está basada en software. La presente investigación se centró en la selección de tecnologías, incluyendo hardware, software y demás herramientas necesarias, así como la instalación y configuración de dichas componentes para lograr la implementación de un sistema basado en VoIP que alcanzara a cubrir las necesidades de servicios de telefonía que aspiraba ofrecer Oficina Virtual.

Teniendo en cuenta que la central telefónica debía estar fundamentada en los términos del software libre, las herramientas seleccionadas poseen una licencia que permite su libre uso, modificación y distribución. Cabe destacar, que este tipo de central telefónica está tomando cada vez más un mayor espacio dentro del área de la telefonía, ya que reduce costos y brinda mayor funcionalidad y escalabilidad al sistema, por eso hoy en día las empresas están emigrando hacia VoIP y no necesariamente dejando atrás la telefonía tradicional, ya que pueden operar juntas.

Las mejores empresas abandonan a tiempo la antigua tecnología y se lanzan con decisión hacia la nueva. (Castells, P. 2003). Este hecho hace que la Oficina Virtual al ofrecer entre sus servicios una central telefónica con VoIP, beneficie a empresas cooperativas, PyMES, empresas de producción social, emprendedoras e innovadoras del país que no estén utilizando tecnologías de información y comunicación como herramientas de gestión, ayudando esto a lograr mejoras en la forma de comunicación con sus clientes y/o proveedores aportando además, una disminución en los gastos de telefonía, ya que las llamas IP consumen datos y no son cobradas por el proveedor de telefonía, el cual solo consume por llamadas realizadas a través de la Red de telefonía Pública

Conmutada (PSTN). Esto se traduce en beneficios económicos para los usuarios finales de la central telefónica de la Oficina Virtual, ya que con los acelerados cambios tecnológicos, cada día son más las empresas y clientes que usan la Internet como medio de comunicación.

3.2. ETAPA II. DISEÑO DEL SISTEMA.

Para la metodología que rige el desarrollo de este estudio, ciclo de vida del software en V, la etapa de diseño del sistema estuvo orientada a la construcción de un diseño lógico y un diseño físico. El diseño lógico abordó la representación de lo que debía hacer la central IP PBX funcionalmente, es decir, se elaboró un modelo de la situación deseada para el sistema, en cuyo modelo se detalló cómo se esperaba que la central brindara los servicios de telefonía con tecnología de VoIP para los cuales sería creada. En el diseño físico se presentaron las características que posee cada uno de los componentes hardware y software que se emplearon para la puesta en funcionamiento de la red VoIP y se describió cómo se integran cada uno de ellos en el prototipo para lograr brindar los servicios de telefonía requeridos. A continuación se describen ambos diseños.

3.2.1. DISEÑO LÓGICO.

El equipo que funciona como central IP PBX, el servidor de pruebas para Oficina Virtual, ya contaba con las interfaces LAN y WAN configuradas. Con estas conexiones los dispositivos (Computadoras con el software emulador de teléfono instalado y/o teléfonos IP) pueden conectarse a la red de Oficina Virtual y realizar llamadas, siempre y cuando estos dispositivos trabajen con el protocolo SIP, el protocolo que gestiona la central IP PBX. Por esta razón, todas las cuentas de VoIP (extensiones) que se configuraron están definidas de acuerdo a la sintaxis de este protocolo. Para hacer posible la conexión de la Oficina Virtual con la red de telefonía básica (RTB), se instaló en el prototipo la interfaz FXO para garantizar el enrutamiento de llamadas desde y hacia la RTB. Para ello se definió un método de señalización, el cual permitió establecer el enlace de la central IP PBX con la PSTN. Esta interfaz corresponde a la línea telefónica, por tanto es un puerto RJ-45 al cual se conecta el cable que lleva la línea telefónica.

De acuerdo a éste modelo lógico, se logró concretar la diagramación lógica de la red de telecomunicaciones basada en el protocolo IP (ver figura 1). Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, se tiene entonces que la central IP PBX se encarga de administrar el control de flujo y transporte de paquetes IP, así como también de la señalización y establecimiento de llamadas para la Oficina Virtual.

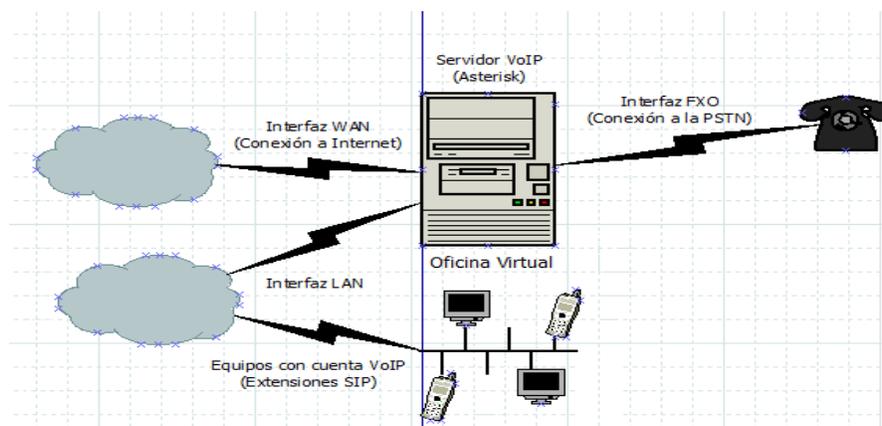


Figura 1. Diseño lógico de la red VoIP.

3.2.1. DISEÑO FÍSICO.

En esta parte del estudio se describen los componentes hardware y software que conforman la plataforma de VoIP de Oficina Virtual. Entre esos componentes se encuentra el servidor. El servidor que se empleó para tal fin debe adaptarse a los requerimientos mínimos del hardware de VoIP, esto en relación a las especificaciones técnicas de

la tarjeta de voz y de los requerimientos de hardware que presenta el software de VoIP seleccionado, en este caso fue Asterisk en su versión 1.4.21.2. Por otro lado se encuentran las tarjetas de red para conexión LAN y WAN y la tarjeta de voz analógica para hacer posible la conexión con la PSTN a través de su interfaz FXO; en este caso se trabajó con una tarjeta de la marca Openvox modelo A400E12, esta tarjeta es para un puerto PCI-Express y posee una (1) interfaz FXS y dos (2) interfaces FXO para conectar dos (2) líneas telefónicas diferentes. Y por último en cuanto a equipos, se tienen los teléfonos IP inalámbricos Unidata modelo WPU-7700 adquirido para pruebas internas de la central (se usaron dos (2) teléfonos).

En cuanto a especificaciones de software, el seleccionado para construir la central IP PBX fue Asterisk como ya se había mencionado, Asterisk es un programa de software libre creado bajo el núcleo de Linux. Fue originalmente construido como un PBX y hoy representa un sorprendente 18% del mercado mundial de sistemas de telefonía empresarial. (<http://www.asterisk.org/applications/pbx>). Y para lograr que la tarjeta de voz y Asterisk, se comuniquen y se establezcan las llamadas se instaló como controlador el módulo de Zaptel en su versión 1.4.12.1. Cada uno de los componentes descritos en esta etapa cumple una función específica, partiendo de ello fue posible realizar un esquema que representa la disposición de cada uno de los componentes hardware dentro del prototipo, lo que sería el diseño físico de la red VoIP (Ver figura 2).

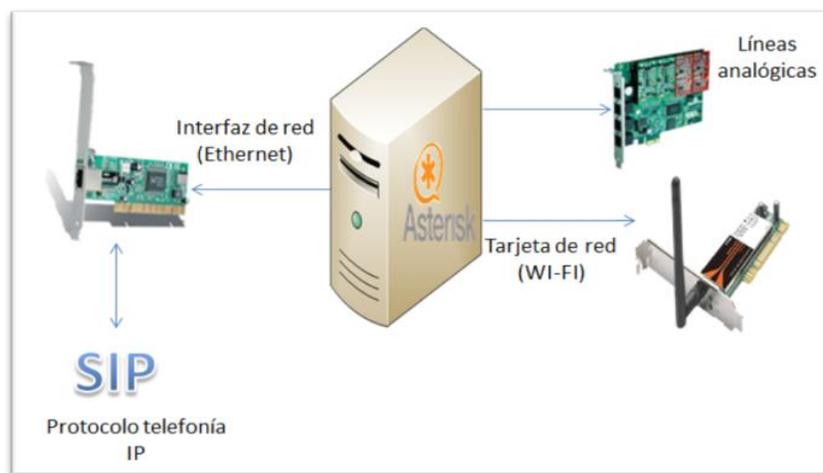


Figura 2. Diseño físico de la red VoIP.

3.3. ETAPA III. PREPARACIÓN DEL SISTEMA.

La integración de esta etapa a la metodología del ciclo de vida del software fue necesaria porque antes de iniciar la configuración del sistema era preciso definir otros detalles propios de la configuración de una central IP PBX. Entre esos detalles se tiene la definición de la numeración para las cuentas de VoIP, para el caso de éste estudio se obtuvo una secuencia que va desde el 2001 hasta el 2008, abarcando así las ocho (8) cuentas de VoIP solicitadas dentro de los requerimientos del proyecto. Para establecer la comunicación entre usuarios de telefonía IP fue necesario definir los codificadores/decodificadores que se usaran durante el establecimiento de la llamada, se seleccionaron los codecs μ -law y a-law del estándar G.711 de la ITU (Acrónimo de Unión Internacional de Telecomunicaciones), Aunque estos codecs consumen mayor ancho de banda que los demás, la calidad que ofrecen durante las llamadas es relativamente más alta.

Como método de señalización para la conexión con la PSTN se tomó el *Kewlstart*, ya que es el protocolo de señalización recomendado por Asterisk para tratar los circuitos análogos de la PSTN. Como esta central también brinda servicio de conferencia de llamadas, se estableció que estas pueden realizarse en dos (2) modos, públicas y privadas. Estos detalles complementaron los requerimientos obtenidos en la etapa de análisis y el diseño logrado en la etapa anterior, para así conformar los requerimientos de comunicación necesarios para poner en funcionamiento la central telefónica.

3.4. ETAPA IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Una vez instalados en el servidor los módulos de Zaptel y Asterisk, se procedió con la configuración de los mismos para habilitar así cada una de las funcionalidades requeridas. A continuación se describen cada una de las funcionalidades configuradas atendiendo al fichero que corresponden e indicando la función que desempeña cada uno dentro del sistema de VoIP de la Oficina Virtual.

3.4.1. TELEFONÍA IP.

Para brindar servicio de telefonía IP se configuraron en el servidor con Asterisk las cuentas de VoIP, para ello se editó el fichero `/etc/asterisk/sip.conf`. Los clientes deben estar configurados en este archivo antes de que puedan realizar o recibir llamadas utilizando el servidor de Asterisk. Aquí se definió el número de la cuenta y se asoció con una contraseña para poder registrar luego con el servidor de asterisk cualquier softphone, también se definió el tipo de la cuenta: si será peer (realizará llamadas), user (recibirá llamadas) o friend (realizará y recibirá llamadas); y también el contexto al cual pertenece cada cuenta, esto es necesario para luego establecer la conexión en el plan de marcado de Asterisk.

3.4.2. CONEXIÓN CON LA PSTN.

Para lograr la conexión entre la central IP PBX y la PSTN se configuró en el fichero `/etc/asterisk/zapata.conf` los canales de comunicación asociados a las interfaces FXO y FXS de la tarjeta de voz. Este fichero contiene los parámetros relacionados con los canales proporcionados por la capa de Zaptel. Estos canales deben ser definidos en este archivo antes de que puedan ser utilizados por Asterisk. En este fichero se habilitaron una serie de parámetros como fueron: el lenguaje de los tonos, si la central aceptará llamadas en espera, si aceptará transferencia de llamadas, si tendrá cancelación de eco, entre otros. Y se configuró y definió el método de señalización atendiendo la nomenclatura para las distintas interfaces FXO/FXS, el contexto al cual pertenecerá ese canal, entre otros.

3.4.3. TRANSFERENCIA DE LLAMADAS.

Para habilitar la Transferencia de llamadas se configuró el fichero `/etc/asterisk/features.conf`. Apartir de la combinación de caracteres y números asociados a unas funciones propias del fichero, se puede configurar tal funcionalidad atendiendo a los modos de transferencia que ofrece Asterisk, ya sea de forma atendida o desatendida. Ambas modalidades fueron configuradas para la central IP PBX.

3.4.4. CONFERENCIA DE LLAMADAS.

Para habilitar la conferencia de llamadas se configuró el fichero `/etc/asterisk/meetme.conf`. En este fichero se definieron las ocho (8) salas de conferencias respectivas a cada cuenta de VoIP, y la numeración tomada para estas cuentas comprendió un patrón que va desde el 601 hasta el 608, y a cada uno se le asignó una contraseña ya que estas salas corresponden al modo de conferencia privada. Para el modo de conferencia pública sólo se definió una sala de conferencia con el número 600 a la cual podrán ingresar los usuarios sin previo aviso, ya que no cuenta con una contraseña para restringir el acceso.

3.4.5. PLAN DE MARCADO.

Para definir la estructura del plan de marcado de la central telefónica se configuró el fichero `/etc/asterisk/extensions.conf`. Este contiene el Dialplan de Asterisk, el plan maestro de control o de flujo de ejecución para todas las operaciones. En él se define cómo se manejan y se encaminan las llamadas entrantes y salientes, aquí es donde se configura el comportamiento de todas las conexiones con la central IP PBX.

Cuando la llamada entra por la línea analógica (canal 1/interfaz FXO), se reproduce un mensaje grabado para el IVR. El mensaje debe ser configurado de modo tal que pregunte al llamante por la extensión deseada, una vez que el número de extensión se introduzca mediante tonos dual de multifrecuencia, la llamada se encaminará a una de las extensiones, lo que permitirá compartir un sólo número de la RTB con todas las extensiones. Por último, se tiene que cada uno de los equipos SIP (softphone, teléfonos IP) puedan usar la línea analógica para salir a la PSTN. Para ello se creó un contexto en el cual se definió que sería por el canal 1 por donde saldrán las llamadas.

Luego este contexto se incluyó dentro del contexto que gestiona las llamadas internas para que los terminales tengan acceso a la extensión de salida. En líneas generales, el `extensions.conf` le enseña a Asterisk cómo administrar las llamadas (entrantes y salientes).

Una vez completado el plan de marcado para la central IP PBX de Oficina Virtual, se procedió a aplicar pruebas de funcionamiento para comprobar si todas las funciones configuradas en los módulos del Asterisk funcionaban correctamente. Estas pruebas se aplicaron siguiendo el plan de pruebas diseñado en la etapa de diseño del sistema.

Al finalizar las pruebas con la central IP PBX, la última actividad en esta cuarta etapa fue realizar el manual de usuario final. Como todo manual de usuario, éste contiene imágenes alusivas a los procesos involucrados en el manejo de la central telefónica, con intención de brindar al usuario un mayor entendimiento del sistema y permitir un fácil uso del mismo.

3.5. ETAPA V. VALIDACIÓN DEL SISTEMA.

Esta etapa tiene como objetivo la verificación de que el sistema desarrollado cumple con los requerimientos expresados inicialmente por el cliente y que han dado lugar al presente proyecto. (Cantone, D. 2006). La verificación y validación se dio durante cada etapa del estudio. Al finalizar cada etapa se hacía una verificación del trabajo completado y se comprobaba si se había alcanzado o no el objetivo fijado en cada una de éstas. Sin embargo para llegar a validar la central telefónica se aplicaron pruebas intensivas, es decir, el plan de pruebas se repitió durante una semana para determinar así, el desempeño de los servicios de telefonía integrados a la Oficina Virtual. Al terminar las pruebas intensivas se obtuvo como resultado un buen funcionamiento de la central IP PBX, todas las funcionalidades de telefonía requeridas al inicio del proyecto se cumplieron y estaban operativas en el prototipo. Por tanto, con esos resultados obtenidos se validó el sistema de VoIP por parte del autor y los encargados de la Oficina Virtual.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- a) Se realizó un análisis de la situación problemática que percibía el proyecto Oficina Virtual en relación a los servicios de telecomunicaciones, aplicando para ello el Modelo en V de la Metodología de Ciclo de vida para desarrollo de sistemas. Este modelo permitió definir cómo se daría solución a la implementación de la central telefónica con VoIP con el fin de brindar a las PyMES del estado mayores servicios de telefonía que no son ofrecidos por la PSTN. Este modelo permitió además, identificar qué recursos eran necesarios para implementar la central telefónica, y al poder visualizar con cuales equipos electrónicos contaba la institución y con cuales no, se determinaron entonces cuáles serían los equipos a adquirir.
- b) A través de un estudio de tecnologías se determinaron los componentes hardware y software adecuados para implementar la central IP PBX en el prototipo de Oficina Virtual. Este estudio se hizo analizando herramientas software libre, el cual fue uno de los lineamientos establecidos en el Proyecto Oficina Virtual; esto condujo a reducir los costos del proyecto, y al estar basada en software libre da cumplimiento al decreto 3390 del poder legislativo sobre el uso de software libre para el desarrollado de sistemas y proyectos con Estándares Abiertos, los cuales conduzcan a fortalecer la industria del Software Nacional aumentando y fortaleciendo sus capacidades.
- c) Una vez que se seleccionaron los equipos para implementar la central telefónica y el software de VoIP que permitiría la construcción de la misma, se elaboró un diseño del sistema, el cual estuvo dividido en un diseño lógico que permitió establecer aquello que esperaba brindar el sistema una vez que se encontrara operativo en la Oficina Virtual, y un diseño físico por medio del cual se representó el modelo de la red VoIP que se lograría con la realización del presente estudio. Estos modelos del sistema aportaron una mayor comprensión sobre cómo se lograría la puesta en funcionamiento de la central IP PBX.
- d) Para garantizar que la implementación de la central telefónica en el prototipo se efectuara de manera eficiente, se analizaron, estudiaron y definieron los requerimientos básicos de comunicación necesarios para cumplir con la puesta en funcionamiento del sistema. Con esta definición de requerimientos se llegó a especificar aspectos como: codecs de VoIP que actuarían en la red, el método de señalización a usar para establecer

conexión entre la central de Oficina Virtual y la PSTN, entre otras. Esto permitió obtener información relevante para el momento de la implementación del sistema.

- e) Considerando los requerimientos de comunicación y los modelos físicos y lógicos realizados durante la etapa de diseño, fue posible completar la instalación y configuración de los componentes hardware y software que conforman la central telefónica de Oficina Virtual en el prototipo destinado para tal fin. Al tener instalado el hardware de telefonía y el software de VoIP, se dio inicio a lo que sería la construcción de los módulos de la central telefónica, ya que se procedió con la configuración de dicho software para que fuera posible que la central IP PBX realizara todas las funcionalidades de telefonía requeridas para la Oficina Virtual.
- f) Con la finalidad de revisar el trabajo realizado y verificar el funcionamiento del sistema, a la central IP PBX se le aplicaron diversas pruebas de funcionamiento para validar que cada uno de los servicios que ésta ofrece funcionaban de forma eficiente. Para ello se siguió un plan de pruebas y los resultados fueron satisfactorios, por lo cual se validó el funcionamiento de la central telefónica de Oficina Virtual.

Dentro de las recomendaciones se plantearon:

- a) Ampliar las funcionalidades de telefonía para brindar un servicio más completo a los clientes. Servicios como: correo de voz, fax, gestión de llamadas en cola, grabación de llamadas, lista de llamadas realizadas, entre otras.
- b) Actualizar a la última versión de Asterisk para contar con las últimas actualizaciones de la herramienta. Para la realización del presente proyecto, la versión tomada de Asterisk fue la 1.4.21, para ese momento era la versión estable.
- c) Permitir que el producto sea más personalizable por parte del cliente final ofreciendo opciones como: cambio de contraseñas para las conferencias privadas, cambio de contraseñas para registro de cuentas VoIP, eliminar o habilitar las cuentas de VoIP, definir los números de las casillas para las conferencias, entre otras.

REFERENCIAS.

- Anderruthy, J. (2007). *Skype y telefonía IP*. (1ª edición). Ediciones ENI. Barcelona, España.
- Barceló, J. e Íñigo, J. (2008). *Protocolos y aplicación Internet*. 1ª edición. Editorial UOC. Barcelona, España.
- Brito, H. (1992). *Metodología para el desarrollo de proyectos de investigación*. México: D.F.
- Carballar, J. (2007). *VOIP la telefonía de Internet*. Editorial Thomson. Madrid, España.
- Cantone, D. (2006). *Implementación y debuggin*. 1ª edición. MP ediciones.
- Castells, P. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. 1ª edición. Ediciones UPC. Barcelona, España.
- Eck, M. (2002). *La Internet por dentro y por fuera*. 1ª edición. Rosen Book Works, Inc. Nueva York.
- España, M. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicaciones*. 1ª edición. Editorial Díaz de Santos S.A Madrid, España.
- Herrera. (2003). *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. 1ª edición. Editorial Limusa. Mexico, D.F.
- Herrera. (2004). *Introducción a las telecomunicaciones modernas*. 1ª edición. Mexico: Limusa.
- Mañas, J. (2004). *Mundo IP. Introducción a los secretos de Internet y las redes de datos*. Nowtilus. Madrid, España.
- Paéz, T. (2008). *Nuevas tecnologías de información en las PyME*. Editorial CEC. Caracas, Venezuela.
- Swale, R. (2008). *Voice over IP. Systems and solutions*. 1ª edición. BTextact technologies. Londres, Inglaterra.
- Vam Meggelen, Madsen, L. y Jared, S. (2007). *Asterisk: The future of telephony*. Editorial O'REILLY. 2ª edición. EE.UU.
- <http://www.asterisk.org/applications/pbx>. (Febrero, 2012).

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.