

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL SOBRE IP PARA
CENTROS DE LLAMADAS BASADA EN SISTEMAS DE CÓDIGO
ABIERTO**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR

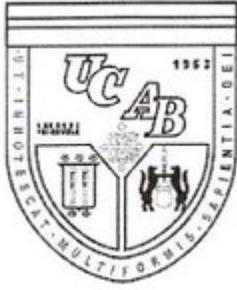
Antonio Montani.

PROFESOR GUÍA

Eduardo Vitols.

FECHA

Caracas, 1 de noviembre de 2006.



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL SOBRE IP PARA CENTROS
DE LLAMADAS BASADA EN SISTEMAS DE CÓDIGO ABIERTO**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

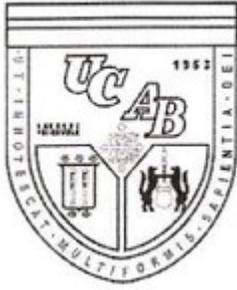
Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR *Antonio Montani.*

PROFESOR GUÍA *Eduardo Vitols.*

FECHA Caracas, 1 de noviembre de 2006.



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL SOBRE IP PARA CENTROS
DE LLAMADAS BASADA EN SISTEMAS DE CÓDIGO ABIERTO**

REALIZADO POR

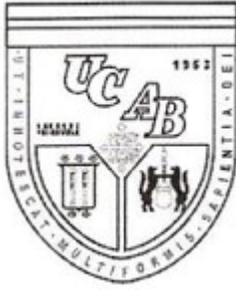
Antonio Montani.

PROFESOR GUÍA

Eduardo Vitols.

FECHA

Caracas, 1 de noviembre de 2006.



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL SOBRE IP PARA CENTROS
DE LLAMADAS BASADA EN SISTEMAS DE CÓDIGO ABIERTO**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado
su contenido con el resultado: _____**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____
Nombre: Iñaki Mendizábal Nombre: Mayra Narváez Nombre: Eduardo Vitols

REALIZADO POR *Antonio Montani.*

PROFESOR GUÍA *Eduardo Vitols.*

FECHA Caracas, 1 de noviembre de 2006.

DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL SOBRE IP PARA CENTROS DE LLAMADAS BASADA EN SISTEMAS DE CÓDIGO ABIERTO

Montani, Antonio

amontani@netnovation.com

Considerando que los Centros de Llamadas han experimentado un crecimiento vertiginoso en los últimos años en Venezuela, dado el empuje y las ventajas que brinda el código abierto, y la llegada de la Voz sobre IP como estándar de comunicaciones para el futuro próximo, se planteó este proyecto, que sobre una base de estudio tanto documental como práctica, plantea un sistema que, basado totalmente en *software* desarrollado bajo los estándares del código abierto, permita la implementación de un centro de llamadas el cual conmute las mismas en ip, aprovechando entonces estas 3 corrientes muy en boga actualmente. El proyecto contempla la situación actual de los centros de llamadas, el diseño general de la solución que cumpla con todos los requisitos de un centro de este tipo, la elección del *software* correspondiente a cada módulo del sistema, su posterior integración, prueba e implementación en un ambiente controlado inicialmente, y luego en un ambiente de producción. El proyecto ha sido ejecutado con éxito, y el sistema desarrollado estuvo en producción sin presentar mayores inconvenientes en un centro de llamadas real.

Palabras clave: VoIP, Código Abierto, Centro de Llamadas

DEDICATORIA

A mi padre Antonio Montani, quien fue, es y será un ejemplo a seguir (aunque no sea ingeniero sino abogado) y a mi madre Inés Jiménez por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Solangel Rodríguez, Patricia Cabrera, Gonzalo Ron, Randy Hernández y en general a todo el equipo de Sun Microsystems, por haberme mostrado el camino de la luz (el del código abierto). A mi tutor/jefe Eduardo Vitols, por darme libertad de acción y permitirme experimentar con nuevas tecnologías sin muchos “peros”. Y a María Fernanda Urosa, compañera de grado, quien lo ha sido todo para mí, y hasta el sol de hoy me ha brindado apoyo incondicional sin importar las circunstancias, con su carácter altruista único que la hace especial e imprescindible. Le doy las gracias además a Farmatodo por estar ahí en los momentos más difíciles de este trabajo para brindarme todos los carbohidratos necesarios a precios bajos todos los días.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Introducción.....	1
I.- Planteamiento del Proyecto.....	2
I.1.- Objetivo General.....	2
I.2.- Objetivos Específicos.....	3
I.3.- Alcance.....	4
I.2.- Limitaciones.....	5
II.- Marco Teórico.....	6
II.1.- Centros de llamadas.....	7
II.2.- Internet.....	8
II.3.- Asterisk.....	15
II.4.- Códecs.....	18
III.- Marco Metodológico y Desarrollo.....	19
III.1.- Preparación.....	19
III.2.- Diseño.....	35
III.3.- Ejecución.....	35
III.4.- Implementación y Pruebas.....	36
IV.- Resultados.....	39
IV.1.- Sistemas de los Centros de Llamadas.....	39
IV.2.- Definición de los Módulos.....	40
IV.3.- Selección de las Herramientas.....	43
IV.4.- Ejecución.....	51
IV.5.- Pruebas e Implementación	51
V.- Conclusiones y Recomendaciones.....	60
Bibliografía.....	64
Anexo A.....	66
Instalación de Asterisk.....	67
Instalación de Asterisk Management Portal.....	68

Instalación de Montanisk.....	70
Configuración General del Sistema.....	71

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Niveles del Protocolo TCP/IP	15
Figura 1. Presentación de VoiceOne	33
Figura 2. Presentación de Asterisk Management Portal.....	34
Figura 3. Presentación de A2Billing	36
Figura 4. Presentación de StarShop	38
Figura 5. Cómo Funciona el Sistema.....	58
Figura 6. La Llamada está Establecida	60
Figura 7. La Llamada está siendo Terminada.....	60
Figura 8. Diez Llamadas Colgadas Simultáneamente.....	61
Figura 9. Pantalla de Operación de Montanisk.....	61
Figura 10. Pantalla de Operación de Montanisk con una Llamada..	62
Figura 11. Pantalla de Operación con 3 Llamadas Establecidas.....	62
Figura 12. Pantalla de Operación luego de colgar 3 Llamadas Simultáneamente.	62
Figura 13. Extensiones en Asterisk Management Portal.....	79
Figura 14. Rutas de salida en Asterisk Management Portal.....	80
Figura 15. Operación no Configurada de Montanisk.....	81
Figura 16. Administración de Montanisk Configurada.....	81

INTRODUCCIÓN

Actualmente los centros de llamadas experimentan un gran crecimiento en Venezuela, con cerca de 1500 centros en tan solo 6 años. Esto, aunado al desarrollo pronunciado de la tecnología de voz sobre IP, plantean el tema central del presente trabajo: Desarrollo de una solución integral sobre IP para centros de llamadas basada en sistemas de código abierto. Inicialmente se condujo un estudio para determinar la situación actual y características principales de los centros de llamadas en Venezuela. Se procedió entonces a identificar los módulos más importantes que debe tener un centro de este tipo, y a realizar un trabajo de investigación en la comunidad del código abierto, con el propósito de obtener las herramientas necesarias que cumplirían con cada uno de los módulos identificados. Una vez seleccionadas las aplicaciones más adecuadas, se definieron puntos de cohesión y se hizo el diseño general de la solución. Posteriormente, se integraron las distintas partes del sistema, se hicieron varias pruebas para finalmente implementar la solución total.

Este tomo tiene como objetivo presentar el marco referencial del proyecto realizado, la metodología utilizada en conjunto con su desarrollo, los resultados arrojados, una serie conclusiones y recomendaciones y la bibliografía utilizada. De igual forma, incluye un anexo que complementa los resultados expuestos en el tomo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Las centrales telefónicas tradicionales están pasando por un proceso de migración, hacia centrales basadas en IP¹, con mayores capacidades y posibilidades de expansión. Las plataformas telefónicas de código abierto se han erigido como la mejor opción a escoger a la hora de migrar a centrales IPBX², por su costo, flexibilidad y escalabilidad. La mayor ventaja de tener una central de código abierto es que puede modificarse de acuerdo a necesidades específicas y agregarle funciones que se desarrollen nativamente, además del costo del licenciamiento, el cual desaparece.

Los centros de llamadas desde hace unos años han cobrado fuerza dentro del mercado de las telecomunicaciones, dado que ofrecen una solución sencilla y expedita para necesidades de comunicación. Instalar un centro de llamadas representa una inversión moderada con un retorno significativo, sin embargo se hace complicada la implementación del mismo, dado que conlleva desde la adquisición de sistemas cerrados de administración, hasta contratos rígidos con las distintas operadoras, dejando al margen el esquema competitivo ideal y la posibilidad de innovar.

I.1- Objetivo General

Diseñar y desarrollar de un sistema integral para centros de llamadas, capaz de manejar gestión, administración, tarificación e interconexión con *hardware* de manera unificada, basado en telefonía sobre IP y estándares de código abierto, para lograr la optimización.

1 Internet Protocol: Protocolo de comunicación de Internet
2 IP Private Branch Exchange: Central Telefónica Privada sobre IP

I.2.- Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- Identificar capacidades, servicios y necesidades de los sistemas para un centro de llamadas;
- Diseñar, en base a los estándares de código abierto, un sistema capaz de cubrir las necesidades y servicios identificados para el funcionamiento de un centro de llamadas;
- Establecer los requerimientos de *hardware* y *software* para la implementación del sistema integral diseñado;
- Desarrollar una solución integral de redes heterogéneas para Centros de Comunicaciones, basado en la telefonía IP (VoIP), partiendo de soluciones de código abierto existentes; abarcando las áreas de administración, interconexión con *hardware*, operación y tarificación;
- Integrar las soluciones desarrolladas, a fin de comprobar la interacción eficiente entre ellas y el funcionamiento óptimo del sistema una vez ensamblado;
- Implementar la solución desarrollada en un Centro de Comunicaciones, como ambiente de prueba, para garantizar el funcionamiento en conjunto de las aplicaciones desarrolladas en un entorno real.

Se plantea un diseño que utilice como base centrales telefónicas IP, las cuales, dada su flexibilidad, pueden ser integradas con herramientas de administración, gestión e interconexión, todas desarrolladas bajo los esquemas del código abierto, así como la posibilidad de enrutamiento de llamadas a través de los diferentes proveedores de tecnología VoIP (Voz sobre IP), minimizando costos a todos los niveles, lo cual se traduce en una mejor relación costo/beneficio tanto para el cliente como para el operador del Centro de Comunicaciones

Este proyecto se divide en dos fases de desarrollo: La primera fase consiste

en el estudio de los centros de llamadas actuales, servicios, necesidades y su método de operación en general. Una vez identificados todos los módulos del sistema, se iniciará un estudio de todas las opciones ofrecidas por la Comunidad de Código Abierto (*Open Source Community*) para obtener las bases sistema propuesto. Al culminar esta actividad, se procederá a diseñar el modelo telefónico equivalente sobre plataforma IP, que será desarrollado posteriormente. Se definirán entonces los distintos módulos necesarios para cubrir las funcionalidades actuales de los centros de llamadas y plantear un método de interacción entre estos. Se tomarán en cuenta tanto los servicios actuales de los centros de llamadas como las funcionalidades adicionales propuestas.

La segunda fase consistirá en el desarrollo e implementación del sistema. Con todos los datos obtenidos de la primera fase, se establecerán los requerimientos de *hardware* y *software* para que la aplicación cumpla con los objetivos establecidos y se iniciará el desarrollo de los distintos módulos: enrutamiento, administración, operación, interconexión con *hardware* y tarificación. Una vez concluida la fase de programación y configuración, se integrarán todos los bloques del sistema para garantizar su interacción óptima. Finalmente, se implementará la solución integral en un ambiente de prueba, para corroborar la capacidad del mismo en condiciones de trabajo reales y así poder identificar y corregir posibles errores o fallas.

I.3.- Alcance

El alcance definido para este proyecto comprende desarrollar una solución integral de red heterogénea basada en telefonía IP y estándares de código abierto, que incluirá los módulos de administración, tarificación, instalación, operación e interconexión con *hardware*. Se diseñará e implantará el sistema para realizar pruebas que optimicen el funcionamiento del mismo.

I.4.- Limitaciones

Este proyecto no incluirá la implementación total de la solución propuesta en un ambiente de producción. Se hará una implementación parcial. Tampoco incluirá el desarrollo de sistemas operativos, ya que la solución estará basada en sistemas de código abierto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Moore no ha mentido. Y el alcance de su afirmación va más allá de la densidad de los datos. Hace ya 41 años, Gordon Moore, co-fundador de Intel, indicó que el número de transistores por pulgada cuadrada se duplicaría anualmente³, y el avance de la tecnología ha permitido cumplirle la palabra no sólo en densidad de datos, sino en la evolución de la tecnología en general, que parece duplicar su progreso con el paso de los años. Prácticamente todos los aspectos de la sociedad han sido transformados o renovados (tal vez con la excepción del método de higiene humano de desechos procesados), y eventualmente una de las formas más comunes de comunicación, con más de 130 años de historia, debía sentir el efecto: la telefonía.

A grandes rasgos, la telefonía ha progresado paulatinamente. Pasó de líneas privadas que conectaban dos aparatos solamente, a más de 24.000 centrales telefónicas en Estados Unidos y más de 500.000 a nivel mundial⁴, mas esto le tomó más de 100 años. Las centralitas privadas (PBX, Private Branch Exchange), son de uso común y parte fundamental en medianas y grandes empresas, sin embargo tenían más de 30 años en uso, y si bien las funciones se iban expandiendo, el concepto era el mismo: Un equipo relativamente costoso, con configuración relativamente compleja, y relativamente sub-utilizadas con respecto a las capacidades de éstas. Venezuela no es la excepción, pues las empresas poseen generalmente centrales PBX, mas en nuestro país como en el resto de la región latinoamericana se le ha dado adicionalmente un uso más comercial, surgido de una tendencia que se ha convertido en un modelo de negocios: los centros de llamadas.

CANTV y Movistar, los más grandes franquiciantes en los centros de

3 Webopedia - Moore's Law: http://www.webopedia.com/TERM/M/Moores_Law.html

4 Secretaría de Comunicaciones Argentina:

<http://www.secom.gov.ar/municipios/ver.asp?MID=10&tipo=nota&id=120>

llamadas han pasado ya la marca de los 1.000 centros de comunicaciones⁵ y conexiones⁶, respectivamente. Sin embargo, son los centros de llamadas independientes los que han tenido mayor éxito, al menos económicamente, dada la libertad de decisiones que tiene el dueño de un centro de éstos.

II.1.- Concepto: Centros de llamadas

Se define como centro de llamadas a toda locación comercial dotada de equipos de telefonía, que brinda un servicio de comunicación de voz, en la cual el usuario hace un pago de contado acorde con la cantidad de llamadas, destino y duración de éstas⁷.

Existen dos tendencias dentro del ámbito de los centros de llamadas; los centros franquiciados y los no franquiciados. Los Centros de Comunicaciones CANTV, Centros de Conexiones Movistar y Puntos Integrales de Comunicación Digitel, por citar algunos, caen dentro de la categoría de franquiciados; mientras que en la otra rama se ubican los centros de llamadas independientes, no asociados a una marca específica. Los centros informales, o centros buhoneros, pertenecen a esta categoría.

Los negocios de franquicias de comida, ropa, comunicaciones, entre otras, se han ido intensificando cada vez más en Venezuela. La razón fundamental del éxito de este negocio, se debe a que éstas resultan un vínculo ideal entre los grandes capitales y las pequeñas y medianas empresas, además de ampliar la cobertura del producto o servicio en uno o más territorios de una forma más efectiva y rápida. La dinámica del sistema de franquicias está hoy día en evolución y crecimiento. En este sentido, cabe señalar que existen una serie de ventajas que se presentan para las partes involucradas en el negocio de las franquicias entre las cuales están el crecimiento y expansión rápida y controlada del negocio apoyada en el impulso e iniciativa de empresarios motivados por sus

5 Revista Dinero: <http://www.dinero.com.ve/164/portada/franquicias.html>

6 Analítica Venezuela: <http://www.analitica.com/va/sociedad/noticias/8482421.asp>

7 CANTV: <http://www.cantv.com.ve/seccion.asp?pid=1&sid=812>

expectativas, la minimización de riesgos, la simplificación de los procedimientos de administración del negocio, entre otros; mas la rentabilidad unitaria es más baja, ya que la misma consistirá en un porcentaje de los beneficios del franquiciado, así como la aceptación de una supervisión y control permanente de su negocio

Los centros independientes no están asociados a marca alguna, y generalmente son centros de conexión a Internet que añadieron el servicio de llamadas de manera posterior. Generalmente presentan un mayor margen de ganancias, mas el riesgo y la inversión inicial son superiores al de los centros franquiciados, por mencionar algunas características.

Además de los mencionados, existen también los centros buhoneros, que se caracterizan por no tener un espacio o local fijo, sino que se ubican en tarantines en las aceras de las calles más transitadas.

II.2.- Internet

Imagínese un mundo sin Internet. No estaría leyendo esto. Su espalda no tendría problemas lumbares. Tendría un mejor tono de piel. Poseería más amigos de carne y hueso. Sin embargo, Internet ha proporcionado herramientas hoy imprescindibles para el día a día de la mayoría del mundo civilizado.

Internet, como la mayoría de las innovaciones tecnológicas del siglo pasado, nace en los cuarteles militares. Su predecesor, ARPANET, fue desarrollado en 1972 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y diez años después esta red desarrollada para interconectar redes se muda del protocolo NCP a TCP/IP, surgiendo entonces la Internet que se utiliza hoy en día. El 3 de enero de 2006 se superan los mil cien millones de usuarios (1.100.000.000)⁸. Se define como “Red informática mundial, descentralizada, formada por la conexión directa entre computadoras u ordenadores mediante un

⁸ Wikipedia, Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Internet>

protocolo especial de comunicación”⁹. El fundamento principal de esta red de redes lo conforman la denominada familia de protocolos TCP/IP.

La familia de protocolos TCP/IP son los protocolos que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras. El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP) fueron los primeros en definirse y los más importantes. Sobre éstos se basan el resto de los protocolos bajo los cuales funciona la transferencia de datos, como HTTP, FTP, SMTP, SSH¹⁰, entre otros, indistintamente del sistema operativo, *hardware*, etc.

TCP/IP puede dividirse en capas, para comprender su implementación en más detalle¹¹:

5	Aplicación	Nivel que los programas más comunes utilizan para comunicarse a través de una red con otros programas. ej. HTTP, FTP
4	Transporte	Los protocolos del nivel de transporte pueden solucionar problemas como la fiabilidad y la seguridad de que los datos llegan en el orden correcto. En el conjunto de protocolos TCP/IP, los protocolos de transporte también determinan a que aplicación van destinados los datos. ej. TCP, UDP, RTP ¹²
3	Interred	El nivel de red soluciona el problema de conseguir transportar paquetes a través entre una red origen y destino. Para TCP/IP este es el Protocolo Internet (IP)
2	Enlace	El nivel de enlace de datos especifica como son transportados los paquetes sobre el nivel físico, incluido los delimitadores (patrones de bits concretos que marcan el comienzo y el fin de cada trama). ej. Ethernet, Token Ring, etc.
1	Físico	El nivel físico describe las características físicas de la comunicación, como las convenciones sobre la naturaleza del medio usado para la comunicación (cable, fibra óptica, radio), y todo lo relativo a detalles como conectores, modulación, sincronización, etc. ej. medio físico, técnicas de codificación, T1, E1.

Tabla 1. Niveles del protocolo TCP/IP

9 Diccionario de la Real Academia Española

10 HyperText Transfer Protocol, File Transfer Protocol, Simple Mail Transfer Protocol, Address Resolution Protocol, Secure Shell. Protocolos de comunicación en red

11 Wikipedia, Familia de Protocolos Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>

12 User Datagram Protocol, Real Time Protocol. Protocolos de comunicación en red

La familia de protocolos TCP/IP es abierto. Lo que quiere decir que el código fuente está publicado, es libre de uso, gratuito y disponible para todo público. Existe toda una comunidad formada por personas que trabajan de manera gratuita para desarrollar *software* bajo este licenciamiento especial, lo cual produce aplicaciones tan o más estables que el *software* “propietario” o “cerrado”, refiriéndose a aquellos programas que no publican su código, y cobran por su uso.

La Open Source Initiative, organización dedicada a la promoción del *software* abierto, utiliza la definición de Open Source para determinar si una licencia de *software* de computadora puede o no considerarse *software* abierto. La definición se basó en las directrices de *software* libre de Debian, fue escrita y adaptada primeramente por Bruce Perens.

Bajo la Definición Open Source, las licencias deben cumplir diez condiciones para ser consideradas licencias de *software* abierto¹³:

1. Libre redistribución: el *software* debe poder ser regalado o vendido libremente.
2. Código fuente: el código fuente debe estar incluido u obtenerse libremente.
3. Trabajos derivados: la redistribución de modificaciones debe estar permitida.
4. Integridad del código fuente del autor: las licencias pueden requerir que las modificaciones sean redistribuidas sólo como parches.
5. Sin discriminación de personas o grupos: nadie puede quedarse por fuera.
6. Sin discriminación de áreas de iniciativa: los usuarios comerciales no pueden ser excluidos.
7. Distribución de la licencia: deben aplicarse los mismos derechos a todo el que reciba el programa.
8. La licencia no debe ser específica de un producto: el programa no puede licenciarse solo como parte de una distribución mayor.
9. La licencia no debe restringir otro *software*: la licencia no puede obligar a que algún otro *software* que sea distribuido con el *software* abierto deba

13 OSI: <http://www.opensource.org/>

también ser de código abierto.

10. La licencia debe ser tecnológicamente neutral: no debe requerirse la aceptación de la licencia por medio de un acceso por clic de ratón o de otra forma específica del medio de soporte del *software*.

Generalmente los proyectos regidos bajo estos parámetros comparten ciertas características en común, entre las cuales podemos mencionar:

- El usuario es desarrollador: Bien sea añadiendo o corrigiendo código, reportando fallas en el programa, o participando en la documentación del proyecto, todo usuario forma parte del desarrollo y maduración del *software*.
- Rápido lanzamiento: Generalmente el *software* se lanza al público antes de siquiera estar lista la versión inicial, para atraer a desarrolladores interesados por el proyecto y crear un mejor producto.
- Integración frecuente: El código nuevo desarrollado debe integrarse lo más rápido posible a la aplicación para evitar que se solapen las funciones y resoluciones de fallas. Algunos proyectos tienen inclusive “constructores” que automáticamente actualizan el código a diario.
- Múltiples versiones: Estas aplicaciones ofrecen al público dos versiones; una probada y prácticamente libre de errores, que es la versión estable, y una no tan probada mas con más funcionalidades, para aquellos que quieren probar lo nuevo y lo mejor arriesgándose a correr con código no probado del todo; así como para desarrolladores para hacer las mismas pruebas que éste requiere.
- Alta modularidad: La estructura general del *software* es modular, para permitir desarrollos paralelos sin afectar el funcionamiento final de la aplicación.

Proyectos reconocidos y de gran envergadura que se rigen bajo estos parámetros son, por ejemplo, Perl (lenguaje de programación), Netscape (navegador de Internet), Apache (servidor de páginas web) y finalmente, el

más importante de todos los proyectos de la comunidad del código abierto:
Linux.

“Linux es el nombre de un núcleo, pero se suele denominar con este nombre a un sistema operativo de libre distribución *software* libre (y de código abierto), donde el código fuente está disponible públicamente y cualquier persona, con los conocimientos informáticos adecuados, puede libremente estudiarlo, usarlo, modificarlo y redistribuirlo”¹⁴

El nombre real del sistema operativo es GNU¹⁵ Linux, el cual es una combinación del proyecto GNU, desarrollado por Richard Stallman, cuyo propósito es el de desarrollar aplicaciones que abarquen todas las áreas de uso de la computación, de manera abierta y gratuita; en conjunto con el kernel o núcleo, generado por Linus Torvalds en 1991, complementádonse entonces el corazón del sistema con las aplicaciones para crear un sistema completo, totalmente modular y distribuido, disponible, adaptable y utilizable tanto para fungir como servidores, equipos para desarrolladores y usuarios finales.

Los sistemas Linux funcionan sobre más de 20 plataformas diferentes de equipos; entre ellas las más comunes son las de los sistemas compatibles con las plataformas x86 de Intel, PowerPC de Apple y SPARC de Sun Microsystems¹⁶.

Dado que Linux pertenece a la gama de *software* licenciado de manera abierta, es posible que cualquier persona tome el sistema, lo modifique a su conveniencia y lo haga público con su propio licenciamiento. Éstos sistemas modificados y liberados al público son denominados “distribuciones de Linux”.

Una distribución Linux ó GNU/Linux es un sistema operativo basado en el núcleo Linux, en conjunto con aplicaciones adicionales desarrolladas por la comunidad abierta o por uno mismo, con el objeto de satisfacer una demanda específica dentro del mundo del *software*. La razón de ser de estas distribuciones se basa en la diversidad de usuarios y usos que integran el mundo informático.

14 LuCAS: <http://es.tldp.org/>

15 GNU's Not Unix: las aplicaciones son desarrolladas con similitud a Unix, mas no son Unix.

16 Arquitecturas de *hardware* de los fabricantes más populares del mercado.

Ciertas distribuciones se generan con el propósito de facilitar el uso de Linux, otras pensando en portabilidad y sistemas embebidos (electrodomésticos, consolas de juegos, etc), entre otros.

Existen numerosas distribuciones Linux. Cada una de ellas puede incluir cualquier número de *software* adicional (libre o no), como algunos que facilitan la instalación del sistema y una enorme variedad de aplicaciones, entre ellos, entornos gráficos, suites ofimáticas, servidores web, servidores de correo, servidores FTP, etcétera.

La base de cada distribución incluye el núcleo Linux, con las bibliotecas y herramientas del proyecto GNU y de muchos otros proyectos/grupos de *software*.

El principal uso de Linux y sus distribuciones en la actualidad es el de servidor de páginas web; actualmente el 80% de todas las páginas de Internet a nivel mundial se ejecutan sobre servidores L.A.M.P., léase Linux, Apache, MySQL¹⁷ y Php, que corresponden a el sistema operativo, el servidor de páginas web, el servidor de bases de datos y el lenguaje de programación para las páginas, respectivamente.

A continuación, se presenta una breve síntesis de herramientas que han sido seleccionadas, dada la posibilidad de que se tenga que desarrollar interfaces web para algún módulo de la solución que así lo requiera.

El servidor de páginas web Apache, desarrollado bajo la licencia del código abierto, fue creado hace diez años como una solución ante la falta de un servidor web flexible, robusto y disponible para todo el que lo necesitara. Inicialmente mantenido por la Apache *software* Foundation, actualmente es uno de los proyectos con más actividad dentro de la comunidad abierta. Al principio fue desarrollado para plataformas Linux, y fue pieza clave del crecimiento de la Internet.

Apache posee una gran cantidad de características que lo hacen la forma más sencilla, eficiente, flexible y escalable de configurar y poner en marcha una

¹⁷ My Structured Query Language: Lenguaje de búsqueda estructurada

página web. Su desarrollo ha sido altamente modular, por lo cual es posible instalar únicamente aquellas características de Apache que el diseño requiera, las cuales van desde soporte a varios lenguajes de programación para contenido estático y dinámico web (Perl, Python, Tcl, PHP), hasta diferentes esquemas de autenticación (certificados públicos, login-contraseña), un módulo proxy, registro de actividades del servidor, entre muchas otras. Su instalación y configuración es bastante sencilla, ya que viene preconfigurado para operar, y con sólo colocar la página index.html en el directorio respectivo, ya se tiene una página web en operación.

MySQL es el sistema para manejar bases de datos más popular en el mundo del *software*. A pesar de que en un principio no contaba con ciertos elementos considerados esenciales en un gestor de bases de datos, su simplicidad, reducido tamaño y eficiencia lo catapultaron a la popularidad de la que hoy goza.

A pesar de ser ampliamente usado por la comunidad del código abierto, no es ésta la desarrolladora del mismo; MySQL es propiedad de una compañía sueca, MySQL AB, la cual tiene el derecho sobre casi todo el código del programa. Tiene una licencia dual, aplicándose la abierta o propietaria según el uso que se le fuera a dar al *software*. Para la mayoría de los casos aplica la licencia abierta.

Entre las principales ventajas que destacan los usuarios de este manejador se encuentran la conectividad segura, indexación de campos de texto, diferentes tipos de almacenamiento, adaptabilidad a distintos esquemas de programación, integración en entornos web y su disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas. Posee un lenguaje propio de programación, el cual es extremadamente sencillo de usar, y altamente flexible. Funciona bajo el esquema cliente-servidor: Se ejecuta el MySQL servidor, el cual contiene todas las bases de datos, y luego se accesa a él a través de un cliente, el cual debe proporcionar contraseña, y puede realizar consultas, crear y manipular las bases de datos. Apache puede acceder y utilizar MySQL a través de PHP, por ejemplo.

PHP es un lenguaje de programación, usado para la creación de contenido dinámico en sitios web. Su nombre significa PHP Hypertext Preprocessor, o

Preprocesador de Hipertexto PHP (es un acrónimo recursivo).

Es el lenguaje más utilizado en el mundo web después del html, y su fácil uso y similitud con otros lenguajes más comunes, como C, permiten la generación de código avanzado con un aprendizaje relativamente corto. PHP permite generar aplicaciones con interfaz gráfica o por línea de comando. El uso más común de este lenguaje es la integración entre Apache y MySQL, sirviendo éste como puente.

Las páginas web con contenido PHP, interpretan y ejecutan el código en el servidor web donde está el script, y el cliente sólo obtiene el resultado de la ejecución. PHP, en conjunto con Apache, es capaz de procesar scripts remotos, generar archivos PDF, Flash, e imágenes entre otros. Al igual que las aplicaciones anteriores, PHP puede ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos y arquitecturas de *hardware* disponibles

II.3.- Asterisk

Asterisk es una central PBX completa, en *software*. Ha sido probada sobre los sistemas operativos más populares, y proporciona todas las funciones esperadas de una central PBX. Es una aplicación multi-protocolo, y es capaz de interactuar prácticamente con todos los equipos de telefonía existentes. Funciona con una amplia gama de protocolos TDM¹⁸ para manejo y transmisión de voz sobre interfaces tradicionales de telefonía, soporta señalizaciones de estándares europeos y americanos utilizados en sistemas comunes empresariales, permitiendo la integración entre la telefonía del futuro, VoIP, e infraestructura existente.

Proporciona 4 *APIs (Application Program Interface)* integradas para agregar módulos adicionales de telefonía, interfaz de *hardware*, manejo de distintos formatos de archivos y codecs¹⁹, los cuales permiten una cohesión de múltiples y heterogéneos sistemas de telefonía en una sola red.

18 Time Division Multiplexing, División por Multiplexado de Tiempo

19 Codificador - Decodificador

El principal desarrollador ha sido Mark Spencer de la empresa Digium, Inc, sin embargo desde hace un año el proyecto ha tomado vuelo dentro del mundo de la comunidad abierta, y ésta ha contribuido de manera fundamental al desarrollo de este *software*.

Dado el carácter abierto de este sistema, y la popularidad que ha obtenido en estos tiempos, la ayuda en línea se consigue fácilmente en foros, listas de correos, IRC, páginas web, así como un soporte comercial existente, y la propia documentación del sistema.

Asterisk está diseñado para máxima flexibilidad. APIs específicas están definidas alrededor de un sistema núcleo PBX. Este núcleo maneja las intraconexiones de la PBX, totalmente abstraído de protocolos, codecs e interfaces de las aplicaciones telefónicas. Esto le permite a Asterisk utilizar cualquier *software* o *hardware* existente o por existir para realizar sus funciones esenciales, y conectar aplicaciones y *hardware*. Las tareas que maneja el núcleo son:

- PBX Switching – La esencia de Asterisk es un sistema PBX, conectando llamadas entre varios usuarios y tareas automatizadas. El núcleo de conmutación conecta de manera transparente a los usuarios cuyas llamadas lleguen desde múltiples dispositivos telefónicos, tanto en *software* como en *hardware*.
- Application Launcher – inicia aplicaciones, las cuales proporcionan servicios a los usuarios, como buzón de voz, recepcionista digital, directorio telefónico.
- Codec Translator – utiliza módulos de codecs para codificar y decodificar la amplia gama de formatos de compresión de audio en la industria telefónica, los cuales satisfacen diversas necesidades de acuerdo al mejor balance entre calidad de audio y uso de ancho de banda.
- Scheduler and I/O Manager – maneja tareas de bajo nivel y del sistema, para garantizar rendimiento óptimo bajo condiciones pico en la central.

Application Program Interfaces

Cuatro APIs están definidas para cargar módulos adicionales, facilitando

abstracción de *hardware* y protocolos. Utilizando este sistema, el núcleo de Asterisk no tiene porque preocuparse acerca del método de conexión o el codec que se está usando en cada llamada, por ejemplo.

- Channel API – el API de canal maneja el tipo de conexión por la cual llega la llamada, bien sea VoIP, ISDN, PRI, PSTN o cualquier otra tecnología. Incluye módulos dinámicos para ser cargados con el objeto de manejar los detalles específicos de las capas inferiores de estas conexiones.
- Application API – el API de aplicación permite la ejecución de varios módulos de tareas para realizar múltiples funciones. Conferencia, Paging, Directorio, Buzón de voz, transmisión de datos intralínea y cualquier otra tarea que un sistema PBX pueda necesitar.
- Codec Translator API – el API de traducción de codes levanta los módulos para codificar y decodificar los distintos formatos como GSM, Mu-Law, A-law, e incluso MP3.
- File Format API – el API de formato de archivo maneja la lectura y escritura de archivos para almacenamiento de data en el sistema.

El uso de estos APIs le permite a Asterisk un abstracción total entre sus funciones como servidor PBX y las distintas aplicaciones y tecnologías existentes o por existir en el mundo de la telefonía, tomando en cuenta además que Asterisk está marcando pauta en el mundo IPBX, se puede considerar que todos los desarrollos a corto plazo se harán en función de éste. Este esquema modular da pie a una integración sin mayores inconvenientes entre la telefonía de conmutación de circuitos actual y las tecnologías emergentes de conmutación de paquetes. La habilidad para cargar los módulos de codecs le permite a Asterisk utilizar los codecs de mayor compresión para conexiones lentas (modem) mientras maneja una alta calidad de audio sobre conexiones con mayor capacidad, por ejemplo.

El API de aplicación provee un uso flexible de los módulos de aplicación para realizar cualquier función bajo demanda, y permite el desarrollo abierto de nuevas aplicaciones para satisfacer situaciones específicas. Además, cargar las

aplicaciones como módulos permite al administrador la capacidad de diseñar el mejor camino para los usuarios del sistema de manera dinámica.

Características de Asterisk

Esta solución comprende una amplia gama de aplicaciones. Ofrece tanto las funcionalidades básicas de un PBX como las más avanzadas, y permite la interconexión entre telefonía tradicional y sistemas VoIP.

Entre las características de llamada más importantes para el proyecto, se pueden mencionar: transferencia automática de llamadas, detalles del registro de llamadas, monitoreo de llamadas, grabación de llamadas, transmisión y recepción de faxes, música en llamadas en espera o transferidas, conversión de protocolos, transcodificación, interfaz vía web, AGI (Asterisk Gateway Interface), interfaz con varios lenguajes de programación, encolamiento de llamadas salientes,

II.4.- Codecs

Los códecs son aplicaciones utilizadas para digitalizar señales analógicas. Varían en la calidad de audio, requerimientos de ancho de banda y de procesamiento, entre otros factores. Generalmente los soportes de códec varían entre los distintos servicios, programas, teléfonos, enrutadores, entre otros. El códec a utilizar en una comunicación se negocia entre las partes pertinentes en el momento de la conexión. Asterisk soporta G.711 (A-Law & μ -Law), G.723.1 (sólo paso, sin originación o terminación), G.726, G.729 (con la compra de la licencia comercial), GSM, iLBC, Speex.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO Y DESARROLLO

La presente investigación se llevó a cabo a través de 5 fases metodológicas: Preparación, Diseño, Ejecución e Implementación:

III.1.- Preparación

El problema planteado sugiere que existe, gracias a los avances de la tecnología, una mejor implementación para un centro de llamadas, por lo cual, el primer paso consistió en recabar y analizar toda la información referente al funcionamiento actual de los centros de llamadas ya establecidos. Para esto se preparó un cuestionario que abarca todos los aspectos pertinentes a la investigación. Las preguntas son las siguientes:

1. Tipo de centro: franquiciado o independiente
2. ¿Qué tipo de teléfonos usa su centro? ¿alámbricos o inalámbricos?
3. ¿De cuántas líneas dispone su centro de llamadas?
4. ¿Posee su centro de llamadas una central telefónica?
5. ¿Posee algún *software* para identificar actividad en las líneas?
6. ¿Posee el usuario algún visor que le dé información de sus llamadas? ¿Qué información?
7. ¿Quién conmuta la llamada? ¿Cuántos proveedores de telefonía utiliza?
8. ¿Quién controla el uso de las líneas? ¿Existe un operador?
9. ¿El operador tiene información sobre el uso de las líneas? ¿En tiempo real?
10. ¿Cómo sabe el operador cuánto cobrar? ¿El *software* se lo indica? ¿Explícitamente?

Estas preguntas son suficientes para obtener toda la información relativa a la operación que caracteriza al sistema de un centro de llamadas.

Una vez recabada la información, se procedió a analizarla, con el propósito de identificar los siguientes puntos:

1. Concepción general de un centro de llamadas
2. Módulos del sistema
 - a) Similares y distintos
 - b) Prescindibles e imprescindibles
3. Interacción del cliente con el centro
4. Funciones generales del operador

La información obtenida fue la siguiente:

Sistema de los Centros de Comunicaciones CANTV

La información correspondiente al funcionamiento a nivel técnico de los sistemas de estos centros de llamadas es de carácter confidencial, estando disponible sólo para aquellas personas que se encuentren interesadas en invertir en una franquicia, y ésta se da a conocer una vez que el contrato esté aprobado y la construcción de la infraestructura se haya iniciado.

Sin embargo, se realizó una consulta con varios operadores en Centros de Comunicaciones ya establecidos, para obtener información acerca del funcionamiento básico del sistema empleado, y se obtuvieron los siguientes datos:

- Se tiene una línea por teléfono.
- Al usuario levantar el teléfono, éste recibe tono de la línea de manera directa, no existe una central alojada en cada centro.
- El franquiciado tiene un *software* que indica la actividad de la línea, conectado directamente con CANTV.

- El usuario tiene una pequeña pantalla que le indica el número marcado, y el total a facturar.
- La llamada es tramitada en su totalidad por CANTV.
- En el *software* instalado, se indica el destino de la llamada, y el costo total acumulado.
- Una vez culminada la llamada, el *software* le indica al operador el total a pagar.

En los Centros de Comunicaciones, la mayor parte del sistema recae en CANTV, el cual se encarga en absoluto del enrutamiento de la llamada, las interconexiones con los operadores celulares, la tarificación del servicio, y la administración del sistema. El franquiciado sólo debe informar al cliente sobre su consumo y de la facturación de las llamadas. Los teléfonos utilizados son de uso común, y el usuario tiene una pantalla que le indica el total a facturar.

Sistema de los centros de conexiones Movistar

Al igual que en el caso de CANTV, el sistema que utilizan los centros de conexiones es de carácter confidencial, y además se puede agregar que son prácticamente iguales, con la excepción de que Movistar utiliza líneas inalámbricas. La información a continuación no está corroborada y por lo tanto no puede ser totalmente certificada como verídica, mas fue la proveída por los operadores de algunos centros:

- Se tiene una línea por teléfono.
- Al usuario levantar el teléfono, éste recibe tono de la línea de manera directa, no existe una central alojada en cada centro, aunque Movistar da cabida a centrales que el franquiciado quisiera utilizar.
- El franquiciado tiene un *software* que indica la actividad de la línea, conectado directamente de manera inalámbrica a la radiobase Movistar.
- El usuario tiene una pequeña pantalla que le indica el número marcado, y

el total a facturar de la llamada que está realizando.

- La llamada es tramitada en su totalidad por Movistar.
- En el *software* instalado, se indica el destino de la llamada, y el costo total acumulado.
- Una vez culminada la llamada, el *software* le indica al operador el total a pagar.

Centros de llamadas independientes

Estos centros no están asociados a marca alguna, y generalmente son centros de conexión a Internet que añadieron el servicio de llamadas de manera posterior. El sistema a desarrollar que se tomará como ejemplo es el del cybercafé 13net, aunque de distintas fuentes se ha corroborado que el funcionamiento es bastante similar y generalizado para este tipo de centros.

Características:

- Se tiene una central PBX tradicional, la cual comunica los teléfonos con las líneas disponibles.
- El número de líneas depende del número de cabinas. 13net posee 6 cabinas, y diez líneas, previniendo el posible tráfico del centro.
- Las líneas son más que las cabinas debido a la cantidad de operadores en el mercado local: cuatro líneas CANTV, dos Movilnet, dos Movistar y dos Digitel; con el objeto de poder cursar la mayor cantidad posible de llamadas simultáneamente.
- Las líneas celulares se conectan con la central a través de cell sockets, que tienen un conector para el celular y una entrada de tipo RJ11
- Se utilizan líneas comerciales, además se debe hacer un acuerdo con el operador acerca del uso, dado que la reventa del servicio no está dentro de los términos del contrato de la línea. Este aspecto es cumplido por pocos

centros

- Los teléfonos dispuestos para el usuario tienen adjunto un visor que le indica al usuario tiempo de llamada y costo total acumulado
- La central, de acuerdo al número marcado, desvía la llamada hacia la línea adecuada
- La tarificación del servicio se hace a través de un *software* propietario
- Las líneas pasan por el tarificador antes de ir a la central, y es éste quien activa el visor, determina el costo de la llamada y le proporciona la información tanto al usuario como al operador.
- Toda la información es actualizada en tiempo real
- Generalmente el tarificador y el *software* de operación provienen del mismo fabricante, así como los visores de las llamadas, para garantizar compatibilidad total
- Para llamadas de LDN y LDI, generalmente se suscriben contratos con operadores alternos a CANTV, debido a mejores tarifas

Centros de llamadas informales, o centros buhoneros

Son centros de llamadas independientes, que se caracterizan por no tener un espacio o local fijo, sino que se ubican en tarantines en las aceras de las calles más transitadas.

Este es el único centro que no considera la información del sistema como confidencial.

Características:

- Los teléfonos a disposición del público son inalámbricos
- No existe una central telefónica
- Se utilizan líneas para personas naturales (celulares) y residenciales (llamadas locales), lo cual caracteriza el status ilegal de estos centros.

- Generalmente se tienen uno o dos equipos por operador, generalmente obtenidos por vías ilegales
- Para equipos con contador incorporado (celulares), se hace la tarificación utilizando el total de segundos indicado por el mismo, el cual no cuenta tiempo de habla, sino tiempo en el aire. Si no existe el contador, se hace por cronómetros
- Se hace el cobro después de cada llamada, no al final
- Las tarifas suelen ser más baratas debido al uso de líneas residenciales

De toda esta información se obtuvieron los módulos que debe tener el centro de llamadas propuesto:

- Administración
- Enrutamiento
- Operación
- Interfaz de Usuario
- Tarificación.

Las características de estos módulos se explicarán en los resultados.

Se procedió entonces a buscar opciones para cubrir estas necesidades, los cuales se dividen en dos grupos; la parte del *hardware*, que se selecciona de acuerdo a los siguientes criterios:

- Equipos capaces de ponerse en producción de manera inmediata
- Disponibilidad, ya que no podemos usar equipos escasos, en período de prueba, o con alguna fuente de producción lejana no diseñada para exportación (Empresario pequeño con distribución local en Malasia, por ejemplo)
- Compatibilidad con la infraestructura telefónica venezolana, después de todo la solución es híbrida
- Capaces de cumplir con todos los requerimientos del módulo de la

solución para el que serán seleccionados

- Deben tener manuales o documentación en inglés o español publicada y disponible
- Facilidad de integrarse con el resto de la solución

Para la parte del *software* existen dos tipos de criterios, los comunes a cualquier módulo y los específicos. Los criterios específicos se definen una vez hayan sido obtenidas las características de dicho módulo. Los criterios comunes son los siguientes:

- Código fuente publicado para hacer las modificaciones pertinentes al mercado venezolano
- Uso libre y gratuito, pensando en el componente costos, y para adaptarse a los estándares del código abierto
- Documentación publicada y disponible en inglés o español, y que sea suficiente para utilizar el *software* y modificarlo
- Dificultad de integración con el resto del sistema
- Valor agregado para futuras ampliaciones de la solución
- Soporte disponible

En caso de que para alguno de los módulos de *software* no se consiga una solución totalmente satisfactoria, y siempre y cuando el tiempo y las capacidades necesarias no excedan los límites de tiempo, se analizaría la posibilidad de realizar un desarrollo nativo para lograr el mejor resultado final.

Sistema Operativo

El sistema operativo será Linux. Es el producto abanderado de la comunidad de código abierto, y tras 15 años de uso consistente en servidores y escritorios de usuarios avanzados, se ha probado como el sistema operativo más robusto y eficiente²⁰. Una vez seleccionado todo el *software* que compondrá la

²⁰ 25 razones para convertirse a Linux, http://www.bellevuelinux.org/reasons_to_convert.html

solución, se seleccionará la distribución más apropiada.

Interfaz de usuario

Los teléfonos tradicionales tienen un conector RJ-11, de 6 pines, el cual se conecta bien sea a una central tradicional o directamente al *jack*²¹ de la línea. Como la solución se basa en trabajar con una central basada en IP, se necesita una interfaz para comunicar al teléfono, pues se están comunicando dos dispositivos que hablan en idiomas distintos.

Tres opciones fueron preseleccionadas para este módulo: Teléfonos IP, Dispositivos ATA y Tarjetas con puertos FXS.

Teléfono IP

La primera solución posible propone mudarse totalmente al mundo IP a nivel de terminales, utilizando teléfonos IP. Estos equipos son muy similares a los teléfonos de uso común, pero su conector es RJ-45, de 8 pines, lo que les permite acceder directamente a la red Ethernet, base de Internet. Posee las mismas funciones de un teléfono de uso común, pero además está equipado con un pequeño procesador y memoria. Tiene una pantalla, la cual sirve para configurar y utilizar el teléfono. A diferencia de los teléfonos inteligentes, éste funciona totalmente en el mundo IP.

El teléfono IP funciona de la siguiente manera:

1. Inicialmente debe conectarse a un hub, conmutador o enrutador que tenga acceso a la central IPBX.
2. Al encenderlo, automáticamente detecta que haya conectividad en su conector (que el cable esté conectado).
3. Luego de comprobar conectividad, envía un *DHCP broadcast*, que

²¹ Conector hembra ubicado en las paredes para dar línea a un teléfono

consiste en un mensaje enviado por difusión a todos los nodos de la red en la que esté sido conectado el teléfono, solicitando una dirección IP. Debe existir un servidor DHCP para que el equipo pueda ser utilizable.

4. Una vez el dispositivo obtenga una dirección IP, la imprime en su pantalla.
5. El teléfono entonces se configura desde cualquier navegador de Internet, introduciendo la dirección IP indicada.
6. El siguiente paso depende del protocolo a usar. Generalmente el protocolo más utilizado para estos teléfonos es el SIP. se configuran entonces los datos pertinentes (authorization user, password, sip proxy, etc)
7. El teléfono, una vez configurado, intentará registrarse en la central. De tener éxito, lo indicará en la pantalla.
8. Ya el teléfono está listo para usarse.

El uso del teléfono dependerá de la central a la que se conecte, dado que ella es la que tiene la configuración del enrutamiento. Se podrá entonces discar a los destinos para los cuales exista una troncal.

Dispositivo ATA

En el mundo VoIP ATA corresponde a Analog Telephone Adaptor, adaptador de teléfonos analógicos, y es exactamente eso: es un dispositivo que se utiliza para conectar un teléfono analógico a una red basada en voz sobre IP.

Son pequeños equipos (cajitas) con 3 puertos: el puerto de alimentación de poder, un puerto RJ-11, al cual se conecta el teléfono, y un puerto RJ-45 (Ethernet), al cual se conectará el cable que va al conmutador para darle acceso a la red VoIP. Esta adaptación es transparente para el resto de la red.

El ATA contiene todos los componentes digitales para convertir al teléfono analógico en un teléfono IP, por lo cual la configuración es la misma. Existe una diferencia, y es que generalmente los ATAs no tienen pantalla, por lo

cual se debe hacer una búsqueda dentro de la red para lograr determinar el IP asignado y proceder a sus posterior configuración.

Tarjeta con puertos FXS

Cuando un abonado recibe servicio de telefonía de una oficina central alterna a la principal, la línea entre el abonado y la oficina “extranjera” (foreign) es denominada “línea de intercambio extranjera” o “foreign exchange line”.

El extremo de la línea ubicado en la oficina central es el *FXO (Foreign eXchange Office)*; el extremo del lado del abonado es el *FXS (Foreign eXchange Station)*

Una interfaz FXS proporciona alimentación (poder) y genera tonos de discado. La interfaz FXO recibe alimentación y tonos de discado. Entonces, para conectar un teléfono tradicional directamente a una central IPBX, se necesita de una tarjeta con un puerto FXS.

Estas tarjetas con interfaces PCI²² se instalan directamente en la tarjeta madre del equipo, y pueden tener desde uno hasta dieciseis puertos. Generalmente vienen varios puertos FXO y FXS en una misma tarjeta.

Como se puede observar, aquí la interacción entre la central y el teléfono no es transparente, siendo entonces ésta responsable de adaptar la información para enviarla por el puerto FXS al que esté conectado el equipo.

²² Peripheral Component Interconnect, interfaz de componentes periféricos

Visor

En caso de no utilizar un teléfono IP, la solución necesita de un visor; un dispositivo que se conecta entre el teléfono y la central, e indica el número marcado, así como el costo total acumulado de la llamada.

Enrutamiento

Este módulo es el corazón del sistema, encargado de manejar líneas, troncales y almacenar toda la información importante, por lo tanto es la decisión más importante. Basado en el análisis obtenido del apartado anterior, la mejor solución dentro del mundo del código abierto para una aplicación de enrutamiento que cumpla con todas las características necesarias para una implementación exitosa es Asterisk. Un equipo sencillo es capaz de manejar 1000 extensiones y 200 llamadas SIP concurrentes con Asterisk²³, lo cual es mucho más que suficiente para el presente proyecto.

Fueron tomadas en consideración proyectos como Bayonne o OpenPBX, pero éstos no tienen un nivel de desarrollo, documentación, soporte e integración con *hardware* como para instalarlo en un equipo en producción, y no han sido lo suficientemente probados para garantizar su robustez.

Toda la información relevante a este proyecto sobre Asterisk se encuentra en el marco teórico.

23 Nerd Vittles “Turbocharging your Asterisk PBX”, <http://nerdvittles.com/index.php?p=65>

Administración

Una vez seleccionado el módulo de enrutamiento, debe definirse si existe la necesidad de un *software* adicional de administración, dado que el módulo mencionado anteriormente trae de manera integrada un sistema para su configuración. La gran versatilidad, flexibilidad y capacidad de Asterisk trae como consecuencia un grado alto de complejidad en su manipulación, configuración y puesta en producción. Por lo tanto, en este caso se optó por buscar una herramienta adicional que proveyera asistencia para la implementación de Asterisk, específicamente un GUI, ó interfaz gráfica.

Dado que la administración del sistema viene integrada con Asterisk, sólo vamos a buscar una interfaz gráfica para el manejo de todas las configuraciones necesarias para poner la PBX a funcionar.

De todas las opciones disponibles en la comunidad de código abierto, éstas fueron las más resaltantes: VoiceOne y Asterisk Management Portal (AMP).

VoiceOne



Figura 1. Presentación de VoiceOne

Callware VoiceOne es un GUI basado en **interfaces web** para centrales Asterisk. VoiceOne otorga un **control absoluto** sobre los parámetros del sistema en su panel de configuración. Se pueden *administrar extensiones, troncales, usuarios y conjuntos de reglas*, además de *crear y configurar IVR's*²⁴

Es un sistema amplio, mas las características que conciernen al proyecto

²⁴ IVR: Interactive Voice Record, Receptionista Digital

son, entre otras:

- Arquitectura cliente/servidor basada en servicios web
- Se implementa a través del *Asterisk Realtime Architecture (ARA)*
- Manejo de extensiones SIP e IAX
- Brinda soporte para operadores tanto tradicionales como VoIP
- Perfiles personalizados de usuario
- Editor de texto **para los** archivos de configuración

Asterisk Management Portal



Figura 2. Presentación de Asterisk Management Portal

Asterisk Management Portal es, al igual que VoiceOne, un GUI basado e **interfaces web** para centrales Asterisk. AMP tiene varias **secciones para** una administración más eficiente, e incluye un panel para observar en tiempo real *el tráfico de llamadas*.

Coalescent Systems ha sido el principal desarrollador de esta aplicación.

Es un sistema amplio, mas las características que conciernen al proyecto son, entre otras:

- Manejo de extensiones y buzones de voz
- Soporte para clientes SIP, IAX, ZAP
- Soporte para todas las tecnologías de troncales que Asterisk maneja
- Least Cost Routing (LCR) o enrutamiento basado en costos

- Enrutamiento de llamadas dinámico basado en hora del día
- Capacidad de compartir tareas de administración
- Respaldo y recuperación del sistema
- Reporte detallado de llamadas
- Estado de las extensiones y troncales con Flash Operator Panel

Tarificación y Operación

El módulo de tarificación del sistema tiene dos componentes: La parte propia de tarificación, y el módulo de operación, que permite al operador tener el control del cobro de las llamadas. El modelo de negocios del centro de llamadas se ha visto en Latinoamérica y el sur de Asia, pues es en sitios web de estas regiones donde se ha conseguido la mayor cantidad de *hardware* y *software* de centros de llamadas. En Estados Unidos y Europa Occidental, regiones donde existe mayor acceso a las tecnologías y comunicaciones, y el sistema de telefonía pública es eficiente y está en buen estado, el modelo de centros de comunicaciones no ha sido tan desarrollado y existen pocos negocios de este tipo. De las aplicaciones disponibles, una se pudo ajustar, en teoría, al modelo de trabajo, mientras que una segunda parece tener una mejor orientación, mas está en pleno desarrollo; por lo cual la diatriba está en adaptar a herramienta existente, o diseñar una propia.

A2Billing

A2Billing es un sistema de Tarjetas de llamadas prepago para Asterisk, el cual puede ser fácilmente implementado, y provee un conjunto de herramientas para manejar instalaciones complejas y avanzadas de un PBX. Toda la herramienta se maneja a través de una interfaz web, la cual puede ser accesada por administradores y usuarios.



Figura 3. Presentación de A2Billing

Características del sistema:

- Autenticación con un número de tarjeta
- Múltiples llamadas con un mismo número de tarjeta
- El abonado recibe información sobre su saldo actual, luego introduce el número a llamar. Se le indica el máximo tiempo de duración de la llamada basado en su saldo, y se le avisa N segundos antes mientras transcurre la llamada en caso de que su saldo se vaya a agotar.
- Reportes
 - Tráfico diario y mensual
 - Carga diaria del sistema
- Sistema de costos avanzado
 - Aumento de tarifas
 - Aumento de tarifas progresivo
 - Tarifas programadas por día de la semana
 - Tarifas con fecha de expiración
- Acceso simultáneo con una tarjeta
- Soporte de terminales SIP/IAX
- Reinicio de la central PBX vía web
- Ayuda interna
- 3 idiomas disponibles
- prepago y postpago

- Configuración de troncales
- Manejo de varias monedas, incluyendo Bolívares Venezolanos

Starshop

*starShop-OSS es un sistema de manejo, monitoreo y tarificación profesional basado en Asterisk para centros de llamadas.

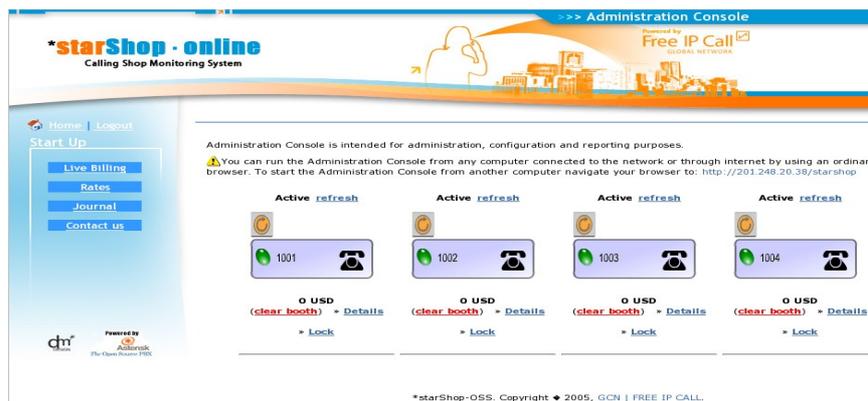


Figura 4. Presentación de StarShop

Características:

- Solución llave en mano
- Sistema PBX autónomo
- Código totalmente abierto
- Capacidad de adoptar un sistema prepago o postpago
- Permite manejo de múltiples centros de llamadas de manera centralizada
- Compatible con protocolos SIP, IAX y H323

Este sistema está desarrollado con el objeto de manejar un centro de llamadas.

Desarrollo Nativo

La segunda opción consiste en el desarrollo nativo. La estructura del módulo sería la siguiente:

- Debe comunicarse con Asterisk, de manera de obtener la información de las llamadas realizadas
- Debe actualizarse en tiempo real, debido a la dinámica del centro de llamadas
- Debe proveer una interfaz al operador
- Debe mantener un registro de las llamadas realizadas para el caso de los reclamos

III.2.- Diseño

Una vez seleccionado el *software* y *hardware* que formara parte de la solución, se procede a realizar el diseño de la solución, pasando por los siguientes pasos:

- Esquema general de la solución
- Determinación de puntos de cohesión entre los módulos
- Determinación de métodos de cohesión entre los módulos

Basados en el *software* elegido, se dimensiona el equipo donde se instalará toda la solución.

III.3.- Ejecución

Definidos los puntos de cohesión y su método de integración, se pasa a integrar los módulos. Esto se hace secuencialmente, para garantizar el funcionamiento de módulo por módulo:

- En una primera etapa se integra todo el *software* seleccionado, uno por

uno, del más al menos importante (de acuerdo a su peso dentro de toda la solución), ya que probablemente exista alguna aplicación con mayor ponderación (aquella que conmute las llamadas), y el resto de los módulos se integrarán en torno a éste. Los módulos seleccionados, los cuales se argumentarán en el capítulo de resultados, son los siguientes:

- CentOS para el sistema operativo
 - Asterisk para enrutamiento
 - Asterisk Management Portal para administración
 - Desarrollo nativo para tarificación y operación. El nombre dado a este desarrollo es “*Montanisk*” y así será referido.
- En una segunda etapa se integrará el *hardware* seleccionado, el cual fue el teléfono IP. Los argumentos se encuentran en el capítulo de resultados.

De acuerdo con la documentación consultada²⁵, Asterisk es capaz de manejar hasta veinticuatro extensiones, lo cual es bastante para un centro de llamadas, con un equipo clon con 512MB de memoria RAM²⁶ y un procesador Intel Celeron de al menos 1.2 Ghz, lo cual nos indica que un ordenador con una capacidad igual o superior es suficiente.

La integración inicial de *software* debe ser entre Asterisk y el sistema operativo, CentOS (la instalación de éste último no se cubre en el presente proyecto). Posteriormente se integra Asterisk Management Portal y finalmente Montanisk, para luego dar paso a los teléfonos IP.

La instalación de los distintos módulos y su respectiva integración son una serie de comandos y *scripts*²⁷ de Linux que se encuentran adjuntados en el Anexo A.

25 Voipinfo.org: Asterisk Setup, <http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+setup+soho+24>

26 Random Access Memory

27 Aplicaciones sencillas que cumplen tareas automatizadas

III.4.- Implementación y pruebas

Para la implementación del sistema, son necesarios dos proveedores de servicios:

- El proveedor de servicios de Internet
- El proveedor de servicios de telefonía sobre Internet

Estos componentes son imprescindibles, y son seleccionados tomando en consideración los criterios de aquel que quisiera implementar el presente proyecto. En el caso estudiado, el gerente general de la empresa donde se desarrolló el sistema seleccionó sus proveedores basados en criterios propios. En el capítulo de conclusiones y recomendaciones se tocará este tema. Además de ser un selección por parte de la persona que implemente el sistema, existen variables como el consumo hacia un destino seleccionado y/o los precios por minuto de conexión que deberían tomarse en consideración a la hora de seleccionar un proveedor.

Finalmente, se “enciende” el sistema.

El objetivo de un centro de llamadas es la comunicación vía voz. Esto depende altamente de los proveedores de telefonía sobre Internet e Internet, variables que el presente proyecto no maneja directamente ya que las mismas dependen de los proveedores , por lo que la atención se concentra en:

- Conmutación de llamadas. Corroborar que el sistema es capaz de conmutar 10 llamadas concurrentes, sin que el *hardware* del sistema trabaje en condiciones extremas, para prolongar la vida útil del mismo.
- Montanisk. Corroborar que el módulo de tarificación y operación registra las llamadas correctamente y funciona de manera óptima.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

IV.1.- Sistemas de los centros de llamadas

La descripción de los centros de llamadas, referida en el marco teórico, dio pie al cuestionario indicado en el marco metodológico. La información obtenida sobre el funcionamiento de los centros de llamadas se incluyó en el desarrollo del presente proyecto.

Análisis

La información recopilada acerca de los sistemas permitió realizar un análisis, el cual dio pie a una definición y demarcación acerca de cuales son los módulos principales para que un centro de llamadas pueda operar de manera óptima. Este apartado comprende una descripción de los módulos identificados; sus funciones y ubicación dentro del esquema de la solución integral.

La operación general del sistema abarca 5 módulos, presentados a continuación sin ningún orden en particular:

- Interfaz de usuario
- Enrutamiento
- Operación
- Tarificación
- Administración

IV.2.- Definición de los módulos

Interfaz de usuario

Es el módulo del sistema al que el usuario tiene acceso, y que éste utiliza cuando hace uso de los servicios ofrecidos por el centro de llamadas.

Comprende el teléfono y opcionalmente, el visor. Del teléfono no se hará una descripción, dado que es un equipo de uso común y diario, ampliamente conocido.

Existe un elemento opcional dependiendo de la implantación, éste es el visor. Es el dispositivo encargado de informar en tiempo real al usuario datos con respecto a su uso del sistema telefónico. Indica cuando la cabina telefónica está operativa y el número marcado como mínimo. Existen implantaciones en las cuales se les indica la duración de la llamada actual, costo de la llamada actual, valor del minuto hacia el destino llamado, costo acumulado por las llamadas realizadas. Esta información es recibida de la aplicación de administración, dependiendo de las capacidades del visor. Es sumamente importante, ya que le da al cliente control sobre su llamada, y le genera confianza en el sistema. Puede venir incorporado en el teléfono o ser un dispositivo alternativo, que se conecta a éste. Este módulo existe en todos los tipos de centros estudiados.

Enrutamiento

Es el módulo del sistema encargado de conmutar las llamadas a los proveedores telefónicos.

Es el núcleo de la solución. Propiamente dicho, es el módulo encargado de todas las funciones de una central telefónica. Es manipulada a través del módulo de administración y todo lo que ella haga lo reporta al mismo. Ésta debe dar tono de marcado, recepción del número marcado, la elección de la ruta ideal a tomar para la llamada, seleccionar rutas alternas en caso de que la óptima no esté disponible, la determinación del costo de cada minuto de la llamada, el

temporizador de la llamada, asegurarse de que la calidad de la llamada se mantenga, colgar la llamada, y enviar todos los datos importantes al *software* de administración para su posterior uso. El trabajo pesado de toda la solución recae en este módulo, representando su elección un paso fundamental para la implementación del sistema integral. Este módulo está presente en los centros franquiciados Movistar, y en los independientes. Los centros CANTV lo realizan remotamente. Los centros informales no lo tienen.

Operación

Es el módulo del sistema mediante el cual el operador (persona encargada de tratar directamente con el usuario) verifica las llamadas realizadas por cada usuario y hace el cobro de las mismas.

El operador para un centro de llamadas es la persona encargada del contacto directo con los clientes, el cual debe cobrar las llamadas. Esta persona necesita de una aplicación sencilla, amigable y comprensible, para optimizar el proceso de cobro y agilizar el uso de las cabinas de teléfonos. Este módulo del sistema es por ende la interfaz entre la solución total y el operador. Debe brindarle información en tiempo real acerca de el estado de todas las cabinas telefónicas: activas o inactivas, ocupadas o desocupadas, destino de las llamadas que se estén realizando, monto acumulado de las llamadas de los usuarios; todo esto de manera discriminada y presentado en forma extremadamente simple, de manera tal que el operador no tenga que hacer más de lo necesario. Si no tiene que hacer nada más que cobrar, mejor. Este sector no tiene porque interactuar con todo el resto del sistema, simplemente debe recibir la información necesaria del módulo de administración, que la recibe del módulo correcto. Este módulo está presente en todos los centros de llamadas no informales.

Tarificación

Es el módulo del sistema que, de acuerdo al destino de la llamada y la duración, calcula el costo de la llamada, para pasarla al módulo de operación.

La tarificación es un módulo que, una vez configurado, no es necesario acceder a él sino para hacer ajustes en las tarifas, o cambiar de proveedor. Este módulo toma la información de la llamada marcada del módulo de enrutamiento, quien le indica cual fue el número marcado, y el proveedor utilizado para enrutar la llamada. Entonces se ubica el costo de la llamada al destino discado por la ruta asignada, y se calcula el costo de la llamada, la cual es enviada al módulo de operación, y de ser necesario, al visor (interfaz de usuario).

Administración

Es el módulo del sistema donde se realiza la configuración y manejo de la solución como tal, sobre todo la parte de enrutamiento.

Comprende toda la parte de configuración, mantenimiento y preproducción del sistema. En este módulo se definen todos los elementos de la solución, y se manejan las interacciones entre las mismas, con una interfaz preferiblemente amigable, para lograr una cohesión ideal entre las distintas partes. En este módulo se definen el número de cabinas, número de líneas, debe ser capaz de manejar todo el *software* que se incluye en la solución, dado que la puesta en marcha de la integración depende de este sistema. Debe ser capaz de registrar las actividades y mostrarlas para detección y corrección de fallas. Debe contener herramientas que sirvan de ayuda para asegurarse de que todas las partes funcionen debidamente. Este sistema no debe estar disponible ni para el usuario ni para el operador, y no debe ser manipulado constantemente; sólo se debe recurrir a él para hacer cambios en el sistema, o para corregir fallas. Los centros franquiciados realizan este trabajo remotamente, los centros informales no lo tienen, mas los centros independientes, caso de estudio, lo necesitan para manipular y ajustar su sistema a la medida. Es a través de este sistema que se

declararán los diferentes troncales de acceso, la información que irá al usuario y al operador, la cual proviene de los distintos módulos. Está encargado de canalizar toda la data que se mueve en el sistema hacia el módulo adecuado.

IV.3.- Selección de las herramientas

Las distintas opciones para cada módulo del sistema han sido descritas en el capítulo de metodología y desarrollo, se procede entonces a comparar y seleccionar las opciones a utilizar en el sistema:

Interfaz de usuario

Todos los equipos cumplen con las características especificadas en el marco metodológico. Se realiza la comparación de acuerdo a los criterios de mayor peso acordes con el propósito del proyecto:

- Facilidad de integración

Teléfono IP

- La integración es transparente. Cada teléfono necesita una configuración via web que se realiza una sola vez

Dispositivos ATA

- La integración no es del todo transparente, ya que el visor tiene su propio sistema, y la configuración implicaría dos sistemas distintos, además del del ATA

Tarjetas FXS

- La configuración de la tarjeta es automática, mas cada una de éstas consume un aproximado de 600 Mhz de procesamiento, lo cual no se reflejaba en las otras opciones. Además está el sistema independiente del visor.

Como se puede observar la diferencia real la marca el visor. Los teléfonos IP no necesitan este visor, ya que los mismos proveen información acerca de la llamada al usuario, haciendo la elección sencilla. Se utilizan Teléfonos IP.

Enrutamiento

Como se comentó en el marco metodológico, la única solución eficaz, segura, robusta, escalable, probada y estable en la comunidad del código abierto es la plataforma Asterisk, siendo ésta la elección del módulo de enrutamiento.

Administración

Dado que la administración del sistema viene integrada con Asterisk, y sólo se va a buscar una interfaz gráfica para el manejo de todas las configuraciones necesarias para poner la PBX a funcionar, se harán pruebas con el *software*, y los parámetros de elección serán:

1. *Look & Feel*²⁸ de la aplicación
2. Integración con Asterisk
3. Amplitud de la herramienta, en cuanto a posibilidades de configuración
4. Simplicidad en la presentación
5. Capacidad de facilitar parámetros complejos
6. Documentación
7. Soporte existente

VoiceOne

1. El *Look & Feel* de la aplicación es agradable a la vista, y la presentación se hace de manera organizada.

28 Cómo se ve, si es agradable a la vista

2. La integración con Asterisk es totalmente transparente. Todos los cambios en la configuración son asimilados sin mayores inconvenientes por la central.
3. La amplitud es la primera gran falla de este opción. Está en desarrollo (versión 0.3.1 para la fecha de escribir este punto, dos de febrero de 2006) y no tiene soporte para interfaces ZAP (FXO/FXS), y esto hace que no se puedan incorporar líneas POTS al sistema, lo cual presentaría un problema en caso de querer incorporar operadores de telefonía no VoIP.
4. La presentación es algo complicada. Las pestañas que definen cada una de las secciones configurables poseen títulos que no son explícitos, por lo que toma tiempo adaptarse al sistema. Sin embargo internamente cada pestaña está bien estructurada.
5. Facilita de manera impresionante la configuración. Todos los parámetros están bien identificados y no supone mayor complicación entender que valor ubicar en los distintos campos.
6. La documentación es la segunda gran falla de la aplicación. Está disponible sólo en italiano.
7. El soporte es poco, pues la aplicación es nueva, y para el momento de redacción de este tomo lo poco que existe está casi todo en italiano.

Asterisk Management Portal

1. El *Look & Feel* es poco agradable, sin embargo la información está bien organizada.
2. La integración con Asterisk es totalmente transparente.
3. La amplitud de la herramienta no es lo que se espera de ésta. Existen parámetros que deben ser configurados directamente en los archivos de edición.
4. La presentación es efectiva, separando exitosamente las secciones del sistema, y cada una de éstas está bien identificada
5. Facilita la configuración, mas se dejan de lado ciertos parámetros

- importantes que deben ser editados directamente en la consola de Asterisk.
6. La documentación es amplísima, y existe en español. El proyecto tiene más de un año, y está bien establecido dentro de la comunidad,
 7. El soporte es el mayor en el ámbito. Existen foros dedicados a este *software*, y ha calado de manera exitosa dentro del mundo Asterisk.

VoiceOne es indudablemente una gran herramienta de manejo, pero la falta de documentación y soporte en inglés o español la coloca fuera de las expectativas de esta propuesta. Es posible que una vez madure el producto y se popularice, consiga llevarse a otros idiomas, y para ese entonces se tomará en cuenta para futuras implementaciones.

Asterisk Management Portal, a pesar de la falta de algunos puntos importantes dentro de la configuración; posee la esquematización, la cantidad de herramientas adicionales como los registros de llamadas y el panel de operación, y la organización, así como la documentación y soporte, lo más importante en un *software* después de la aplicación en sí, abundan, lo cual hacen de este *software* la herramienta ideal para la solución presentada.

Tarificación y Operación

Los módulos de tarificación y operación han sido unificados en virtud de los resultados arrojados por la investigación.

A2billing, la primera herramienta propuesta, presenta una gran cantidad de características que no son útiles al sistema, siendo por ende una aplicación muy compleja para las necesidades planteadas.

Starshop, por el contrario, se presenta como un módulo ideal, teniendo exactamente las características necesarias para la solución, siendo su desventaja el hecho de que está en desarrollo; y se agrega el hecho de que no está probada, por ende no puede garantizarse su funcionamiento en un sistema en producción. Al momento de redacción de este tomo, Starshop aún no posee soporte, pues sus desarrolladores ofrecen una versión ampliamente documentada y soportada a un precio.

Se opta entonces por desarrollar nativamente el módulo de operación y tarificación. Se presenta a continuación los criterios de la aplicación desarrollada:

- Tomando como base los módulos ya seleccionados, la aplicación debe acceder a Asterisk y obtener información de éste y de los módulos
- Tanto la configuración, como la operación, deben realizarse vía web, ya que todo el sistema ha sido pensado para funcionar de esta forma, independientemente de la plataforma operativa que se utilice
- Necesita poder actualizarse en tiempo real
- Dado que debe ser desarrollada para interfaz web, es necesario que contenga código de
 - HTML, lenguaje propio de las páginas de internet
 - PHP, para darle carácter dinámico a la página e interacción con las bases de datos
 - MySQL, para almacenar la información e interactuar con las bases de datos de Asterisk
 - JavaScript, para poder actualizar datos en tiempo real
- Debe poseer dos secciones:
 - Administración, para realizar cambios en costos, códigos, etc.
 - Operación, para que el operador, valga la redundancia, tenga acceso a la información requerida para efectuar el cobro

Sistema Operativo

Como ya se mencionó en la metodología, el sistema operativo a utilizar será Linux, mas se debe elegir una distribución, la cual debe ser adaptable a Asterisk y al resto de los módulos.

En primer lugar, se pre-seleccionaron las diez dsitribuciones más populares²⁹, para garantizar soporte, documentación y actualización del *software*

²⁹ Ten Major Linux Distributions:

constante, para mantener el sistema en condiciones óptimas. Éstas distribuciones son:

- Debian
- Slackware
- Red Hat, que contiene
 - Fedora
 - RHEL
 - CentOS
- Mandriva
- SuSE
- Ubuntu
- Knoppix
- Gentoo
- Mepis
- Xandros

El primer elemento a considerar es la disponibilidad del código. El proyecto debe ser totalmente abierto. En este paso se descarta SuSE y Red Hat RHEL, ya que partes del código de éstos no son abiertas.

El sistema va a ser para un servidor, no un escritorio, será totalmente administrado, configurado y utilizado vía web, por lo cual no se necesita una interfaz gráfica de usuario, mas bien debe ser un sistema orientado a servidores. Xandros, Ubuntu, Mepis y Mandriva quedan descartados en este paso. Knoppix es una distribución “viva”, lo que quiere decir que no se instala, mas bien se arranca directamente desde un cd, por lo cual también queda descartada.

Se busca un sistema que simplifique las cosas a nivel de Linux, ya que el proyecto no es de Linux; es de telefonía. Tanto Debian como Slackware y Gentoo son distribuciones orientadas al bajo nivel, léase configuración compleja, trabajo de servidores con requerimientos de máxima eficiencia, muy poco amigables. Se

http://www.linuxforums.org/reviews/overview_of_the_ten_major_linux_distributions.html

descartan entonces estas 3 distribuciones, ya que su simple puesta en marcha requiere grandes conocimientos de Linux y consume mayor tiempo.

La distribución restante, Red Hat, provee dos opciones: Fedora y CentOS. Fedora es la distribución que utiliza Red Hat para incorporar nuevas aplicaciones a su Distribución paga, RHEL. Esto hace que la inestabilidad caracterice a Fedora, quedando entonces una distribución orientada a servidores, abierta totalmente, sencilla de implementar, estable, sin interfaz gráfica y creada para el uso de empresas: Community Enterprise Operative System, o CentOS.

Diseño general del sistema

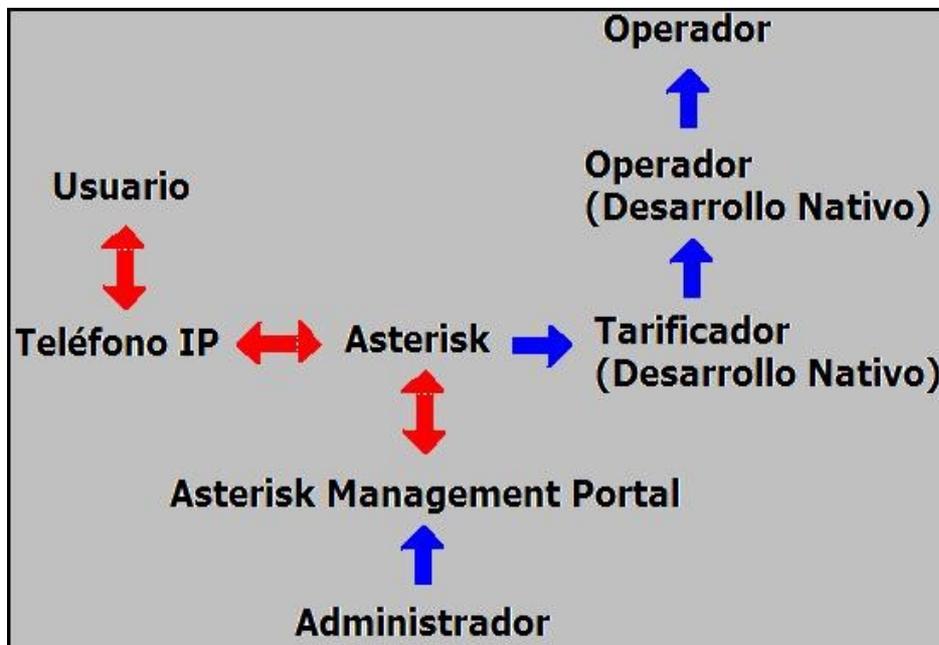


Figura 5. Cómo funciona el sistema

La solución tendrá el siguiente comportamiento:

- El núcleo de la solución es Asterisk, instalado sobre CentOS
- Toda la configuración y manipulación de las extensiones y enrutamiento de Asterisk se realizará a través de Asterisk Management Portal, con acceso vía web, y se integra a través de los API's incluidos en Asterisk.

- La tarificación se integra a Asterisk a través de Montanisk.
- Operación se levanta y accesa vía web, integrada en Monstanisk, y se comunica con el módulo de tarificación transparentemente.
- El teléfono IP se conecta directamente a Asterisk.

El equipo a utilizar es un clon, con 512MB de memoria RAM, Pentium IV 4.2 Ghz, con 40GB de espacio en disco, mucho más que suficiente para las especificaciones indicadas en el desarrollo.

V.4.- Ejecución

Tal como se indicó en el capítulo de metodología y desarrollo; los detalles de la integración, mayoritariamente técnicos, se encuentran en el Anexo A.

IV.5.- Pruebas e Implementación

Asterisk es un *software* probado y utilizado en centrales telefónicas tanto pequeñas como call centers de cientos de operadores, por lo que su calidad ha sido corroborada. Las pruebas que se deben realizar son las del *hardware* seleccionado y del *software* desarrollado de manera propia.

La primera prueba se realizó para verificar que el *hardware* pudiera conmutar hasta diez llamadas concurrentes sin estresarse. Se presenta a continuación el proceso para establece y colgar una llamada:

1. Al descolgar el teléfono IP, éste provee el tono, y recibe los dígitos marcados.
2. El teléfono IP envía los dígitos a la central telefónica a la cual está registrado.
3. Asterisk recibe los dígitos, y elige el proveedor de servicio de telefonía sobre Internet de acuerdo con el destino de la llamada.
4. Asterisk envía los dígitos al ITSP, quien enlaza con el número destino.

5. Una vez el ITSP recibe respuesta del número destino, “puentea” la llamada con la central telefónica.
6. Asterisk “puentea” la llamada directamente al teléfono IP.
7. Se establece la llamada, durante la cual Asterisk no tiene participación alguna.
8. Al colgar el abonado IP, el teléfono envía la señal respectiva a la central telefónica, y ésta realiza la terminación de la llamada.
9. Si cuelga el abonado destino, es entonces el ITSP quien da la señalización de terminación de llamada.

Asterisk es el proceso principal que consume recursos al establecer y sobre todo al colgar la llamada. El comando de Linux top, muestra el consumo de procesador y memoria de cada proceso en ejecución. Los principales parámetros de estrés son %CPU, que indica el porcentaje del procesador que requiere una aplicación en determinado momento, y %MEM, que indica el porcentaje utilizado de la memoria del sistema. Se muestra la salida del comando top cuando la llamada se está estableciendo, y al colgar. La línea que interesa es la que se denomina asterisk bajo la columna *command*:

```
top - 16:27:14 up 1:36, 1 user, load average: 0.01, 0.00, 0.00
Tasks: 66 total, 1 running, 65 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 3.7% us, 1.0% sy, 1.7% ni, 93.7% id, 0.0% wa, 0.0% hi, 0.0% si
Mem: 710684k total, 213492k used, 497192k free, 19948k buffers
Swap: 779144k total, 0k used, 779144k free, 75628k cached

 PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
 2693 root 32 16 44956 39m 2184 S 1.7 5.7 0:04.56 hudlite-server
 6700 asterisk 15 0 11280 7584 1892 S 1.7 1.1 0:00.54 op_server.pl
 2821 asterisk -11 0 26892 9.9m 5016 S 0.7 1.4 0:04.87 asterisk
 4552 root 16 0 8588 2316 1832 S 0.3 0.3 0:02.42 sshd
```

Figura 6. La llamada se está estableciendo

```
top - 15:40:22 up 49 min, 1 user, load average: 0.02, 0.02, 0.00
Tasks: 66 total, 1 running, 65 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 1.0% us, 0.3% sy, 0.3% ni, 98.3% id, 0.0% wa, 0.0% hi, 0.0% si
Mem: 710684k total, 199964k used, 510720k free, 16224k buffers
Swap: 779144k total, 0k used, 779144k free, 70692k cached

 PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
 2821 asterisk -11 0 26296 9636 4988 S 1.0 1.4 0:01.66 asterisk
 2693 root 31 16 44888 39m 2184 S 0.3 5.7 0:01.98 hudlite-server
 2879 asterisk 15 0 11672 7596 1892 S 0.3 1.1 0:01.42 op_server.pl
 1 root 16 0 1920 560 480 S 0.0 0.1 0:00.69 init
```

Figura 7. La llamada está siendo terminada

Como se observa en las figuras, el mayor consumo de recursos (1% del total de procesamiento y 1.4% del total de memoria) se realiza al colgar la llamada. Se realizaron múltiples pruebas con varias llamadas simultáneas, y como era de esperarse, el momento de mayor estrés en el servidor se dio cuando se colgaron diez llamadas simultáneamente. Al momento de redacción del presente tomo no se han adquirido los equipos para efectuar diez llamadas independientes, mas a través de teléfonos *software* o *softphones* se simuló el ambiente. Esta situación se repitió varias veces para obtener el mayor resultado posible de consumo:

```
top - 15:44:35 up 54 min, 1 user, load average: 0.00, 0.02, 0.00
Tasks: 66 total, 2 running, 64 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 7.0% us, 2.0% sy, 3.7% ni, 87.4% id, 0.0% wa, 0.0% hi, 0.0% si
Mem: 710684k total, 202468k used, 508216k free, 16428k buffers
Swap: 779144k total, 0k used, 779144k free, 72340k cached

  PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR  S %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
 2693 root        32   16 44956   39m 2184 S   3.7   5.7   0:02.71 hudlite-server
 2879 asterisk    15    0 11672   7600 1892 S   3.7   1.1   0:01.99 op_server.pl
 2821 asterisk  -11    0 26792   9.9m 5000 S   2.3   1.4   0:02.74 asterisk
 4552 root        16    0  8588   2304 1828 R   0.3   0.3   0:00.83 sshd
 5130 root        16    0  2668    932  744 R   0.3   0.1   0:01.52 top
     1 root        16    0  1920    560  480 S   0.0   0.1   0:00.69 init
```

Figura 8. diez llamadas colgadas simultáneamente

Estas pruebas demuestran que el servidor soporta sin complicaciones las peores condiciones y no tendrá problemas de *hardware* para ponerse en producción.

La segunda prueba del sistema se realiza para verificar que el *software* de tarificación y operación funciona de manera exitosa bajo presión. Al acceder al mismo, se muestra la siguiente pantalla:

Pantalla de Operación

July 04, 2006 06:35:02pm

Cabina	Último Número	Destino	Duración Total	Costo Última Llamada	Costo Total		
1	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
2	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
7	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina

[Administración](#)
[Salir](#)

Figura 9. Pantalla de Operación de Montanisk

Después de realizar una llamada, la pantalla automáticamente se actualiza para mostrar los datos de ésta:

Pantalla de Operación

July 04, 2006 06:36:37pm

Cabina	Último Número	Destino	Duración Total	Costo Última Llamada	Costo Total		
1	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
2	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
7	582129774515	Venezuela Caracas	1 min.	81 Bs.	162 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina

[Administración](#)
[Salir](#)

Figura 10. Pantalla de Operación de Montanisk con uno llamada

El sistema se actualiza cuando la cabina que llama cuelga. Para el momento de la redacción del tomo no se han adquirido los equipos para realizar diez llamadas concurrentes, se probó entonces colgando 3 cabinas. Primero se muestra el sistema estando las llamadas establecidas:

Pantalla de Operación

July 04, 2006 06:41:06pm

Cabina	Último Número	Destino	Duración Total	Costo Última Llamada	Costo Total		
1	582122668920	Venezuela Caracas	1 min.	81 Bs.	81 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
2	0	Ninguno	0 min.	0 Bs.	0 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
7	582129774515	Venezuela Caracas	1 min.	81 Bs.	162 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina

[Administración](#)
[Salir](#)

Figura 11. Pantalla de Operación con 3 llamadas establecidas

Al colgar las 3 llamadas simultáneamente, se actualiza la pantalla:

Pantalla de Operación

July 04, 2006 06:42:15pm

Cabina	Último Número	Destino	Duración Total	Costo Última Llamada	Costo Total		
1	16502127767	Usa Proper	1 min.	43 Bs.	124 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
2	582129774515	Venezuela Caracas	1 min.	81 Bs.	81 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina
7	582129773087	Venezuela Caracas	1 min.	81 Bs.	243 Bs.	Ver Llamadas	Resetear Cabina

[Administracion](#)
[Salir](#)

Figura 12. Pantalla de Operación luego de colgar 3 llamadas simultáneamente

Esta prueba se hizo en repetidas ocasiones, y todo parece indicar que el *software* probablemente no tendrá problemas para manejar llamadas concurrentes.

El proceso de consumo se realiza de la siguiente manera:

1. El usuario marca el número destino, el cual
2. El número es recibido por el teléfono, que lo imprime en pantalla.
3. Asterisk, módulo de enrutamiento, recibe la llamada, y conmuta con el destino.
4. Una vez culminada la llamada, se levanta el módulo de tarificación, que recibe el destino y la ruta utilizada. Ésta calcula el costo por minuto de la llamada, y lo envía a operación.
5. El operador tiene entonces en pantalla el destino de la llamada y el costo de la llamada, quien factura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se han alcanzado una serie de conocimientos nuevos que permitieron el resultado deseado: cumplir con los objetivos. Se diseñó, desarrolló e implementó un sistema integral para centros de llamadas, capaz de manejar gestión, administración, tarificación e interconexión con *hardware* de manera unificada, basado en telefonía sobre IP (*Internet Protocol*) y estándares de código abierto, para lograr la optimización, alcanzando el objetivo general.

Todos los objetivos específicos fueron llevados a cabalidad: se obtuvo toda la información necesaria relativa al funcionamiento de un centro de llamadas, se definieron las características principales de un centro de llamadas y se investigó en el mundo del código abierto para conseguir elementos que cumplieran con las características definidas. Se ubicaron esos elementos, y se desarrollaron en distintos lenguajes de programación aquellos a los cuales no fueron satisfechos los requerimientos establecidos. Finalmente se desarrollaron las pruebas y se implementó el sistema, funcionando con éxito.

El problema planteado fue resuelto: Se lograron unir 3 corrientes en ascenso para crear un sistema eficiente y probado. Se tomó una oportunidad de negocios muy en boga en Venezuela, dado que los centros de llamadas se han vuelto un nicho altamente competitivo y popular por su sencillez y efectividad de producir ingresos. Esto se aunó a la telefonía IP, la cual, si bien tiene más de diez años de existencia, es ahora que se ha empezado a explotar de manera comercial. Estos dos factores aunados con el código abierto, tendencia que está posicionándose fuertemente como el futuro del desarrollo de *software*, han sido capaces de generar un producto capaz de integrarse a las ofertas de sistemas telefónicos actuales de manera exitosa, tanto desde el punto de vista tanto comercial como tecnológico.

Las dos investigaciones realizadas obtuvieron resultados opuestos: La obtención de información acerca de las posibles aplicaciones a integrar en la solución disponibles en la comunidad del código abierto fue fluida, se encontraron múltiples opciones, mucha información, documentación, soporte y asistencia por parte de los usuarios y desarrolladores de los programas; el cual es el comportamiento esperado por tratarse de una “comunidad”. Por el contrario, las personas que brindan oportunidades de negocios a través de franquicias, en lugar de dar acceso a toda la información que una persona como potencial inversionista deseara para analizar la posibilidad de implantar uno de estos negocios, se ve limitado a cifras preliminares y descripciones vagas, sólo después del primer aporte de capital se abren las puertas al resto de la información.

A pesar de la diversidad y amplitud de la comunidad del código abierto, no “todo” está disponible, dado el caso del módulo de tarificación y operación, para el cual no se consiguió un *software* adecuado y adaptable a los requerimientos establecidos por el sistema. Sin embargo, así como se consiguieron múltiples fuentes de apoyo en la mayoría de las aplicaciones evaluadas, al desarrollar el *software* de tarificación y operación nativamente también se obtuvo apoyo dentro de la comunidad, haciendo que la curva de aprendizaje de nuevos lenguajes de programación y su subsecuente implementación fuera más accesible.

RECOMENDACIONES

Merece la pena destacar un par de sitios de Internet que “apoyaron” con la mayor parte de este proyecto. Estas dos páginas fueron indiscutiblemente esenciales e imprescindibles para el desarrollo del sistema, y deben ser referencia obligada para cualquier cambio o mejora que se quisiera realizar al mismo; así como para trabajar algún tema relacionado tanto con la voz sobre ip o la comunidad del código abierto; éstos sitios son VoIP Info (<http://www.voip-info.org>), el cual es el sitio más completo acerca de todo lo que sucede dentro del mundo de la telefonía IP; y Sourceforge (<http://www.sourceforge.net>), “casa matriz” de más del 90% de todos los proyectos de código abiertos desarrollados o en desarrollo.

Como se comentó en el tomo, tanto el proveedor de telefonía sobre internet como el proveedor de internet son de libre elección de aquel que quisiera implementar la solución aquí presentada. Los requerimientos principales son los siguientes:

- Para el proveedor de telefonía sobre Internet
 - Servicio broadband. Existen proveedores que sólo permiten llamadas pc-teléfono y no teléfono. Así como ciertos proveedores que no permiten llamadas a la telefonía tradicional.
 - Método de pago sencillo. Lamentablemente todos los pagos son en dólares, y muchos de los proveedores no aceptan pago con tarjeta de crédito, por lo que se debe tener cuidado con esto. Los cargos por transferencias bancarias o servicios de pago directo como Paypal suelen tener altas comisiones.
 - Soporte de códecs. No todos los proveedores soportan los códecs que se utilizan en la telefonía IP.
 - Confiabilidad y estabilidad. Existen proveedores que ofrecen conmutación a costos irrisorios, en algunos casos gratis, mas la

conexión no es confiable, y es preferible buscar opciones algo menos económico pero que funcione.

- Condiciones de comunicación. Es importante buscar un proveedor que no tenga un gran retardo, y que genere eco la menor cantidad de veces posible. Se deben hacer pruebas para garantizar estas condiciones.
- Para el proveedor de Internet
 - El servicio debe ser estable. La latencia puede perdonarse en redes de datos, pero en voz es fatal.
 - El servicio debe ser simétrico. La limitación en cuanto a llamadas concurrentes viene dada por el ancho de banda. Si se tienen 512Kbps de bajada y 128 Kbps de subida, los 384Kbps adicionales en el ancho de banda de bajada no son útiles.
 - El ancho de banda depende de la cantidad de llamadas concurrentes y del códec a utilizar. Diez llamadas necesitan entre 100 y 1000Kbps.

BIBLIOGRAFÍA

- [Inside Telecom \(2004\). La banda más apreciada :: Tarjetas en Venezuela.](http://www.kalysis.com/content/print.php?sid=584)
<http://www.kalysis.com/content/print.php?sid=584> (noviembre 2005)
- [Revista Latina de Comunicación Social \(1999\) Las telecomunicaciones en Venezuela: el caso de Internet y los nuevos mapas de consumo.](http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999gjn/83pineda.htm)
<http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999gjn/83pineda.htm> (noviembre 2005)
- [Ministerio de Planificación y Desarrollo de la República Bolivariana de Venezuela. Imagen de la República Bolivariana de Venezuela.](http://www.mpd.gov.ve/venezuela-nva/primera-parte.htm)
<http://www.mpd.gov.ve/venezuela-nva/primera-parte.htm>(noviembre 2005)
- [El Nacional \(2005\) . Tecnología e Internet.](http://www.el-nacional.com/Canales/Tecnologia/Columnistas/Detalle.asp?IdArTiculo=45&IdColumnista=6)
<http://www.el-nacional.com/Canales/Tecnologia/Columnistas/Detalle.asp?IdArTiculo=45&IdColumnista=6> (octubre 2005)
- [Procompetencia \(2000\). Las franquicias, ventajas y desventajas.](http://www.procompetencia.gov.ve/franquicias.html#1)
<http://www.procompetencia.gov.ve/franquicias.html#1> (noviembre 2005)
- [CANTV \(2001\). Aliados Comerciales | Centros de Comunicaciones.](http://www.cantv.com.ve/seccion.asp?pid=1&sid=812)
<http://www.cantv.com.ve/seccion.asp?pid=1&sid=812> (noviembre 2005)
- [Movistar \(2005\). telefonía pública / centros de conexiones.](http://www.movistar.com.ve/tpublica/centrosc-empr.asp)
<http://www.movistar.com.ve/tpublica/centrosc-empr.asp> (noviembre 2005)
- [Wiki. Asterisk PBX – Wikipedia, the free encyclopedia.](#)

http://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_PBX (noviembre 2005)

- [Brookshire \(2005\) Asterisk – the Open Source PBX!.
http://www.asterisk.org/about](http://www.asterisk.org/about)(noviembre 2005)
- [Kleis. VoiceOne – the Open Source PBX – Home Page.
http://www.voiceone.it/index.php](http://www.voiceone.it/index.php) (26 enero 2006)
- [Wiki. Asterisk GUI. http://www.voip-
info.org/wiki/view/Asterisk+GUI](http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+GUI)(noviembre 2005)
- [Asterisk Management Portal – Coalescent Systems.
http://coalescentsystems.ca/index.php?option=com_content&task=view&i
d=31&Itemid=57](http://coalescentsystems.ca/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=57)(noviembre 2005)
- [Wiki. Asterisk Management Portal. http://www.voip-
info.org/wiki/view/Asterisk+Management+ Portal.](http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+Management+Portal)(noviembre 2005)
- [Areski \(2005\). A2Billing | Asterisk CallingCard Application.
http://areski.net/a2billing/](http://areski.net/a2billing/)(noviembre 2005)
- [Global Communication Networks \(2005\). *starShop :: Open source calling
shop monitoring system. http://www.starshop-online.com/.](http://www.starshop-online.com/) (febrero 2006)
- Digium. www.digium.com (febrero 2006)

ANEXO

ANEXO #1 - Instalación del sistema desarrollado

Dado que la instalación de los distintos componentes y su respectiva integración son una serie de comandos de Linux que no sirven ningún propósito útil al colocarlos en el presente tomo, se adjuntan en el presente anexo.

Éste comprende la instalación e integración del sistema:

- Instalación de Asterisk
- Instalación de Asterisk Management Portal
- Instalación de Montanisk
- Configuración general

No se cubre la instalación del sistema operativo CentOS, el cual fue el escogido para la implementación de la solución.

Instalación de Asterisk

Antes de instalar Asterisk, de deben instalar unos paquetes adicionales al sistema operativo que no vienen por defecto:

```
yum -y update  
yum -y install gcc kernel-devel bison openssl-devel mysql mysql-server  
mysql-devel
```

Luego se proceden a descargar los distintos componentes de Asterisk: el propio Asterisk, zaptel, libpri, sounds y addons, todos necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema. Se colocan las versiones más recientes del software para las cuales el sistema fue probado:

```
cd /usr/src  
rm -rf asterisk  
wget http://ftp.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-1.2.7.1.tar.gz  
tar -zxvf asterisk-1.2.7.1.tar.gz  
mv asterisk-1.2.7.1 asterisk  
cd /usr/src  
rm -rf zaptel  
wget http://ftp.digium.com/pub/zaptel/releases/zaptel-1.2.5.tar.gz  
tar -zxvf zaptel-1.2.5.tar.gz  
mv zaptel-1.2.5 zaptel  
cd /usr/src  
rm -rf libpri
```

```
wget http://ftp.digium.com/pub/libpri/releases/libpri-1.2.2.tar.gz
tar -zxvf libpri-1.2.2.tar.gz
mv libpri-1.2.2 libpri
cd /usr/src
rm -rf asterisk-addons
wget http://ftp.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-addons-1.2.2.tar.gz
tar -zxvf asterisk-addons-1.2.2.tar.gz
mv asterisk-addons-1.2.2 asterisk-addons
cd /usr/src
rm -rf asterisk-sounds
wget http://ftp.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-sounds-1.2.1.tar.gz
tar -zxvf asterisk-sounds-1.2.1.tar.gz
mv asterisk-sounds-1.2.1 asterisk-sounds
```

Posteriormente se instalan las fuentes:

```
cd /usr/src/zaptel
make clean
make install
make config
cd ../libpri
make clean
make install
cd ../asterisk
make clean
```

```
make install  
make samples  
make config  
cd ../asterisk-addons  
make clean  
make install  
cd ../asterisk-sounds  
make install
```

Instalación de Asterisk Management Portal

Asterisk Management Portal requiere de los siguientes paquetes, que deben estar presentes en el sistema antes de iniciar la instalación:

```
yum -y libxml2 libxml2-devel libtiff libtiff-devel lame httpd mysql mysql-  
devel mysql-server php php4-pear php-mysql php-gd openssl openssl-devel  
kernel-devel perl perl-CPAN bison ncurses-devel audiofile-devel curl sox
```

Se necesitan además los siguientes módulos de Perl:

```
perl -MCPAN -e "install Net::Telnet"  
perl -MCPAN -e "install IPC::Signal"  
perl -MCPAN -e "install Proc::WaitStat"
```

Para el envío de correos electrónicos con attachmente se debe instalar además mime-construct desde <http://search.cpan.org/~rosch/>

Luego se realizan los siguientes cambios dentro de la configuración de php:

```
vi +482 /etc/php.ini
    upload_max_filesize=20M
vi +14 /etc/httpd/conf.d/php.conf
    LimitRequestBody 20000000
```

Se adecúa la base de datos mysql a Asterisk Management Portal:

```
mysqladmin -u root password 'db_root_pwd'
mysqladmin create asteriskcdrdb -p
mysql --user=root --password=db_root_pwd asteriskcdrdb <
/usr/src/freepbx<version>/SQL/cdr_mysql_table.sql

mysqladmin create asterisk -p
mysql --user root -p asterisk <
/usr/src/freepbx<version>/SQL/newinstall.sql
mysql --user root -p
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON asteriskcdrdb.* TO
asteriskuser@localhost IDENTIFIED BY 'amp109';
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON asterisk.* TO
asteriskuser@localhost IDENTIFIED BY 'amp109';
mysql> quit
```

Se instala el Asterisk Management Portal:

```
/usr/src/freePBX/install_amp
```

Configuración de Apache, el servidor web:

```
vi /etc/httpd/conf/httpd.conf
....
```

User asterisk

Group asterisk

....

Finalmente, Asterisk Management Portal se levanta mediante el comando

amportal start

Instalación de Montanisk

Inicialmente, el archivo *montanisk.tar.gz* se descomprime:

cd /tmp

tar xvfz montanisk.tar.gz

El cual viene con un script que se debe ejecutar:

/tmp/montanisk/instalar.bash

Luego se modifican las permisologías necesarias:

chown -R asterisk.asterisk /var/www/html/montanisk

Configuración General del Sistema

Los pasos a tomar para poner el sistema en producción son los siguientes:

- Asterisk Management Portal
 - Agregar extensiones

Para que el teléfono IP funcione, debe estar registrado en la central IPBX. Esto se hace a través de AMP, en la sección de extensiones:

The screenshot shows the 'Add SIP Extension' form in the Asterisk Management Portal. The form is divided into several sections: 'Add Extension' with fields for 'Extension Number' and 'Display Name'; 'Extension Options' with fields for 'Direct DID', 'DID Alert Info', 'Outbound CID', 'Emergency CID', 'Record Incoming', and 'Record Outgoing'; and 'Device Options' with fields for 'secret' and 'dtmfmode'. There is also a 'Voicemail & Directory' dropdown menu. A 'Submit' button is at the bottom. On the right side, there is a table titled 'Add Extension' with a list of existing extensions: VoIP UCAB <110>, Eduardo Vitols <200>, Antonio Montani <201>, Daniel Gamez <202>, Telefono IP <207>, and Allyson Kelemen <210>.

Figura 14. Extensiones en AMP

Los únicos campos obligatorios son extension number, que es el número de la extension, y secret, la contraseña de la extension.

- Agregar troncales

Estos parámetros se definen en la sección trunks de AMP. La data a

colocar aquí la provee el ITSP seleccionado para conmutar las llamadas, por lo que no se le incluye en el presente tomo.

- Agregar rutas de salida

Una vez definidas las extensiones y las troncales, se configuran las rutas de salida, en la cual definimos a través de cual troncal se conmutará cual llamada. Esto se hace en la sección outbound routes del AMP:

The screenshot shows the 'Edit Route' configuration interface in AMP. On the left is a sidebar menu with various system settings, with 'Outbound Routes' selected. The main area is titled 'Edit Route' and contains the following elements:

- Delete Route LDI**: A link to delete the current route.
- Route Name**: A text field containing 'LDI' with a 'Rename' button next to it.
- Route Password**: An empty text input field.
- PIN Set**: A dropdown menu.
- Emergency Dialing**: A checkbox that is currently unchecked.
- Dial Patterns**: A section with a text area containing '00|' and a 'Clean & Remove duplicates' button below it.
- Insert**: A dropdown menu with the option 'Pick pre-defined patterns'.
- Trunk Sequence**: A section with a list of trunks. The first entry is '0 SIP/gafachi' with a trash icon to its right. Below this is another dropdown menu and an 'Add' button.
- Submit Changes**: A button at the bottom right of the configuration area.

Figura 15. Rutas de salida en AMP

Se define un nombre para la ruta (En este caso LDI), el patrón de marcado

(en este caso, todos los numeros que empiecen por 00), y la troncal por la cual saldrá la llamada.

- Montanisk

Al acceder al sistema a través de un navegador web, introduciendo la dirección <http://direccion.servidor/montanisk>, se debe introducir el usuario admin con su respectiva contraseña (por defecto, admin). Esto lleva a la pantalla de operación:

Pantalla de Operación

July 12, 2006 03:48:55pm

No hay cabinas definidas



Figura 16. Operación no configurada de Montanisk

De ahí se debe pasar a la sección de administración. En esta pantalla se debe cambiar las contraseñas por defecto, los costos de las llamadas, definir el código de área y de país, y agregar las cabinas existentes. El número de la cabina es para control del operador, y no tiene efecto alguno sobre el sistema. La extensión debe existir en la configuración de Asterisk y pertenecer a alguno de los teléfonos IP. Una vez configuradas las cabinas, el sistema mostraría la siguiente información:

Administración de Montanisk

Su código de país es 58 y su código de área es 212. Para Cambiarlos, haga [click aquí](#)

Listado de Cabinas

Cabina	Extensión		
1	200	Modificar	Eliminar
2	201	Modificar	Eliminar
3	202	Modificar	Eliminar
4	203	Modificar	Eliminar
5	205	Modificar	Eliminar
6	206	Modificar	Eliminar
7	208	Modificar	Eliminar
8	207	Modificar	Eliminar
9	209	Modificar	Eliminar
10	210	Modificar	Eliminar
		Agregar	

Figura 17. Administración de Montanisk configurada