

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA DE UN MODELO DE RED VoIP BAJO
SOFTWARE LIBRE PARA LA GERENCIA DE
DIRECCIONAMIENTO TECNOLÓGICO DE CANTV**

Prof. Guía: Ing. Dan El Montoya

Tutor Industrial: Dr. Pedro Bonillo

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. García M., Jesellys K.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2009

DEDICATORIA

A mis padres, fuente de inspiración y formadores de las bases para lograr este gran reto de ser profesional. Las palabras no son suficientes y sólo puedo estar eternamente agradecida por brindarme la oportunidad de ser lo que soy.

A mi esposo, mi “Amor”, quien nunca dudó que esto era posible, brindándome siempre su apoyo incondicional. Me es muy difícil resumir en estas líneas lo importante e imprescindible que fue para lograr este gran reto. Por siempre estaré agradecida por haberse cruzado en mi camino. Te amo.

A mis hermanos, por acompañarme en mis comienzos y experimentos de niña que llevaron a darme cuenta que ésta era la carrera que quería estudiar.

A Valeria, mi “Pichu”, por acompañarme en muchas de mis tantas horas de estudio en el último año de mi carrera y en la redacción de este tomo. Te amo.

A Martin y Yolanda, mis suegros, por tener siempre palabras de aliento en el momento preciso, permitiendo que nunca perdiera la fe de poder lograrlo.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por acompañarme e iluminar mis caminos.

A la Universidad Central de Venezuela, mi casa de estudio, por darme la oportunidad de formarme en ella y permitirme ser parte de una generación más de gente triunfadora y productiva para Venezuela.

A la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi Trabajo Especial de Grado en sus instalaciones y por su enorme respaldo.

Al Doctor Pedro Bonillo, Tutor Industrial, por guiarme e incentivar me en este proceso. Agradezco su paciencia y tiempo dedicado para ayudarme a cumplir cada uno de los objetivos planteados.

Al Profesor Dal El Montoya, siendo mi guía en la redacción y presentación de este trabajo.

A mis profesores, por transmitir y brindarme su sabiduría y herramientas para poder formarme profesionalmente.

A mis familiares y amigos, porque de una u otra forma, motivaron e impulsaron la culminación de mis estudios profesionales y de este proyecto.

A mis compañeros de estudio, por todos los momentos de alegría, tristeza, esfuerzos, celebraciones, etc..., que formaron parte de una gran e inolvidable experiencia en mi vida.

A todos aquellos que siempre creyeron en mi...

García M., Jesellys K.

**PROPUESTA DE UN MODELO DE RED VoIP BAJO
SOFTWARE LIBRE PARA LA GERENCIA DE
DIRECCIONAMIENTO TECNOLÓGICO DE CANTV**

**Profesor Guía: Ing. Dan El Montoya. Tutor Industrial: Dr. Pedro Bonillo.
Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: CANTV. 2009.**

Palabras Claves: Redes IP; Digitalización; Integración; Internet; VoIP; Telefonía sobre IP; Telefonía Fija Básica; Software Libre.

Resumen. El rápido crecimiento y la implantación de las redes IP, así como el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control, y el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible utilizar la infraestructura de datos para el transporte del tráfico de voz.

La integración de voz y datos en una misma red IP presenta una serie de beneficios, como la reducción de costos tanto en la comunicación como en la infraestructura, un aprovechamiento más eficiente del ancho de banda, mejora en la atención a los clientes y la oportunidad de desarrollar servicios avanzados no presentes en la telefonía tradicional.

Debido a que la telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet, el presente trabajo especial de grado se encuentra enfocado a un diseño de un sistema de red de VoIP enmarcado en software libre para la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela. El modelo de red integra la actual red de telefonía fija básica y ofrece comunicación a bajos costos, con la finalidad de aportar a la compañía una herramienta que permita brindarle servicio telefónico a la población venezolana que aún no lo posee.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ACRÓNIMOS

ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation Modulación Diferencial Adaptativa por Codificación de Impulsos
ADSI	Active Directory Service Interfaces Interfaces de Servicio de Directorio Activo
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line Línea Digital Asimétrica de Abonado
ANI	Automatic Number Identification Número de Identificación Automático
ANSI	American National Standards Institute Instituto Nacional Americano de Estándares
ATA	Analog Telephone Adaptor Adaptador de Teléfono Analógico
ATM	Asynchronous Transfer Mode Modo de Transferencia Asíncrona
BSD	Berkeley Software Distribution Distribución de Software Berkeley
CCIS	Common Channel Interoffice Signaling Systems Sistema de Señalización Interno de Canal Común
CCITT	Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
CCS	Common Channel Signaling Señalización por Canal Común
CLI	Command Line Interface Interfaz de Línea de Comando

CONATEL	Comisión Nacional de Telecomunicaciones
CPU	Central Processing Unit Unidad Central de Procesamiento
DCN	Digital Control Network Red de Control Digital
DID	Direct Inward Dialing Marcación Directa
DNIS	Dialed Number Identification Service Servicio de Identificación de Número Marcado
DTMF	Dual Tone Multifrequency Multifrecuencia de dobletono
FXO	Foreign Exchange Office Oficina de Intercambio Externa
FXS	Foreign Exchange Station Estación de Intercambio Externa
GPL	General Public License Licencia Pública General
GSM	Global System for Mobile Communication Sistema Global para Comunicación Móvil
HDB3	High Density Bipolar of order 3 code Código de Alta Densidad Bipolar de orden 3
HDSL	High bit rate Digital Subscriber Line Línea Digital de Abonado de Alta Velocidad
IAX	Inter-Asterisk Exchange Protocol Protocolo de Intercambio entre Asterisk
IETF	Internet Engineering Task Force Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet
ILBC	Internet Low Bitrate Codec

	Códec de Internet de Baja rata de Bits
IP	Internet Protocol Protocolo de Internet
ISP	Intermediate Service Part Parte Intermedia de Servicios
ISUP	Integrated Services Digital Network User Part Parte del Usuario de los Servicios Integrados de Red Digital
ITU	International Telecommunications Union Unión Internacional de Telecomunicaciones
ITU-T	ITU – Sector Telecomunicaciones
IVR	Interactive Voice Response Respuesta Interactiva de Voz
LDI	Larga Distancia Internacional
LDN	Larga Distancia Nacional
MG	Media Gateway Dispositivo Gateway
MGC	Media Gateway Controller Controlador de Dispositivos Gateway
MGCP	Media Gateway Control Protocol Protocolo de Control de Dispositivos
MTP	Media Transfer Protocol Protocolo de Transferencia Multimedia
NAT	Network Address Translation Traducción de Dirección de Red
NSP	Network Services Part Parte de los Servicios de Red
PABX	Private Automatic Branch Exchange Central Telefónica Privada Automática

PBX	Private Branch Exchange Central Telefónica Privada
PC	Personal Computer Computador Personal
PCI	Peripheral Component Interconnect Interconexión de Componentes Periféricos
PCM	Pulse Code Modulation Modulación por Codificación de Pulsos
PDH	Plesiochronou Digital Herarchy Jerarquía Digital Plesiócrona
PoE	Power over Ethernet Alimentación sobre Ethernet
POTS	Plain Old Telephone Service Servicio Telefónico Ordinario Antiguo
PSTN	Public Switched Telephone Network Red Telefónica Pública Conmutada
QoS	Quality of Service Calidad de Servicio
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RTB	Red Telefónica Básica
RTC	Red Telefónica Conmutada
RTP	Real-time Transport Protocol Protocolo de Transporte en Tiempo Real
RTP	Red Telefónica Pública
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
SCCP	Skinny Client Control Protocol Protocolo Skinny de Control de Cliente Cisco
SCCP	Signaling Connection Control Part

	Parte de Control de Señalización de Conexión
SCP	Service Control Point Puntos de Control de Servicios
SDH	Synchronous Digital Hierarchy Jerarquía Digital Sincrónica
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line Línea Digital Simétrica de Abonado
SG	Signaling Gateway Señalización Gateway
SIP	Session Initiation Protocol Protocolo de Inicio de Sesión
SL	Signaling Links Enlaces de Señalización
SMS	Short Messages Service Servicio de Mensajes Cortos
SP	Signaling Points Puntos de Señalización
SSP	Signal Switching Points Puntos de Conmutación de Señal
STP	Signaling Transfer Points Puntos de Transferencia de Señalización
TCAP	Transaction Capabilities Application Part Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción
TCP	Transmission Control Protocol Protocolo de Control de Transmisión
TDM	Time Division Multiplexing Multiplexación por División de Tiempo
TUP	Telephone User Part

	Parte de Usuario de Telefonía
UDP	User Datagram Protocol Protocolo de Datagramas de Usuario
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
VoIP	Voice over Internet Protocol Voz sobre Protocolo de Internet
VDSL	Very high bit rate Digital Subscriber Line Línea Digital de Abonado de muy Alta velocidad
WAV	Waveform Audio Format Formato de Audio en forma de onda

INTRODUCCIÓN

La búsqueda constante del hombre por satisfacer su necesidad de comunicación, ha sido el estímulo principal en el establecimiento a lo largo del tiempo de herramientas más eficientes en el proceso comunicativo, logrando evolucionar sus formas de comunicación desde las más rudimentarias, como la escritura jeroglífica, el alfabeto y el papel, hasta la aparición de la imprenta y la llegada de medios como la televisión, el cine, la radio y el teléfono. Todos estos instrumentos representan el avance en los métodos de comunicación del hombre y han sido posibles gracias a la tecnología, que a su vez ha sido el instrumento cuya evolución ha definido el avance de la humanidad.

En recientes años, el uso de la red de internet y sus protocolos, ha permitido mejorar el contacto entre personas, disminuyendo las barreras de la distancia y el tiempo, facilitando además la transferencia de información. Sin embargo, la telefonía tradicional sigue estando vigente y se ha intentado aprovechar su infraestructura para adaptarla a los nuevos retos que ha introducido la revolución del internet. Es por ello que, incorporando las ventajas de conectividad de la red Internet, con los aspectos técnicos de la telefonía móvil, surge un nuevo paso en las comunicaciones como lo es VoIP, cuyas siglas en inglés significan “Voice over Internet Protocol” y en español “Voz sobre Protocolo de Internet”.

La Voz sobre Protocolo de Internet, es una tecnología que permite la transmisión de voz a través de redes de Internet en forma de paquetes de datos. Esta tecnología incluye reglas, estándares de software y hardware, además de programas de computación. La Voz sobre IP, es empleada desde subestaciones y enrutadores con conexiones directa a teléfonos analógicos hasta la próxima generación de teléfonos IP WiFi, servicios de conferencia y foros de discusión.

Servicios de comunicación como voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz y datos son transportados vía redes IP, en lugar de ser transportados por medio de la red telefónica convencional.

El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, un ejemplo de esto, redes de área local (LAN).

En tal sentido, la posibilidad de integrar las redes de voz con las redes de datos, permite a las empresas de telecomunicaciones tener mayor impulso en el mercado, un crecimiento en la población y un ahorro considerable en la implementación y mantenimiento del sistema.

La red telefónica de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela – CANTV, es la red jerárquica conmutada a nivel nacional más importante, que posee versatilidad en los servicios que ofrece. Esta empresa, en su constante crecimiento y evolución con miras a optimizar el servicio, se encuentra en la búsqueda de alternativas facilitadoras que lleven a abarcar cada rincón del territorio venezolano, ofreciendo su tecnología.

Dicha red se encuentra constituida por una variedad de elementos que hacen posible que los servicios lleguen a la población, entre ellos se destacan las costosas centrales telefónicas, responsables de que el proyecto de instalación del servicio telefónico fijo en lugares muy apartados y desasistidos no se justifique por los altos costos que esto implicaría. Es por ello la necesidad de proponer a la compañía un modelo de red basado en Voz sobre Protocolo de Internet que además de añadir nuevos servicios, proporcionará las herramientas para incluir a la población que actualmente no disfruta del servicio telefónico fijo.

Para esto, la investigación se estructuró en cinco capítulos. El primer capítulo se refiere a los aspectos metodológicos, desarrollo de la problemática tanto en forma general como específica, objetivos generales y específicos planteados para solventarla y los argumentos que definen la justificación, siendo el factor principal la necesidad de asistir a las poblaciones que carecen de servicio telefónico.

En el segundo capítulo, se presentan los aportes de investigaciones que anteceden a este trabajo, en lo que a su temática se refiere, fundamentos teóricos

básicos necesarios para el desarrollo de la investigación y el entendimiento de las personas interesadas en el tema de estudio, además de mencionarse las bases legales que soportaron el cumplimiento de los objetivos.

El tercer capítulo, describe el tipo de investigación a desarrollar, mostrando las fases que permitieron alcanzar los resultados de cada uno de los objetivos planteados, además de las técnicas e Instrumentos de recolección de datos y tratamiento de la información.

El cuarto capítulo, presenta los resultados de cada uno de los objetivos específicos que dan cumplimiento al objetivo general del trabajo, describiendo la topología básica de la red telefónica fija actual de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela – CANTV, describiéndose además las consideraciones técnicas para el emprendimiento del diseño del modelo de red, ventajas y desventajas de los resultados y certificaciones que validan el proyecto.

El último y quinto capítulo, establece las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegaron durante la realización del proyecto.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un sentido fundamental, la comunicación implica en forma manifiesta la transmisión de información punto a punto, a través de una serie de procesos: (a) generación de la señal del mensaje, voz, música, imagen o datos de computadora, (b) la descripción de la señal del mensaje con cierta medida de precisión, mediante un conjunto de símbolos eléctricos, auditivos y visuales, (c) la codificación de estos símbolos en forma adecuada según sea el medio físico de transmisión, (d) la transmisión de los símbolos codificados a destino, (e) la decodificación y reproducción de los símbolos originales, (f) la recreación de la señal del mensaje original, con degradaciones ocasionadas por imperfecciones del sistema.

La comunicación participa en nuestras vidas de muchas formas. El teléfono, la radio, la televisión, las computadoras con acceso Internet en nuestras oficinas y hogares, y la prensa, entre otros, proporcionan el intercambio de información casi instantáneo desde y hacia cada rincón del planeta.

En el presente la telefonía fija es la principal plataforma implementada para la comunicación doméstica, basada en una red conocida como Red Telefónica Conmutada (RTC), dedicada principalmente al transporte de voz para la interconexión de líneas telefónicas. Dicha red está constituida principalmente por centrales telefónicas encargadas de encaminar las llamadas y líneas cableadas que interconectan centrales y usuarios, permitiendo que en el instante en que el emisor realice una llamada, exista una línea exclusiva para él, que comunique su

teléfono fijo con la central telefónica correspondiente a su área, la cual decidirá hacia dónde debe conmutar. Una vez que la central decida la ruta, envía un tono de alerta (repique) para indicarle al receptor que alguien desea comunicarse con él, dicho repique deja de percibirse en el momento que la llamada es contestada o desviada al buzón de voz después de un tiempo determinado.

Habitualmente, antes de instalar el servicio de telefonía fija, en un área determinada, se estudia previamente la factibilidad económica que este implicaría, con su debida proyección en el tiempo. Es por ello, que el acceso es limitado en sectores con baja densidad de población.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Venezuela al 2008 tiene una Densidad de Población de 27.934.783 habitantes aproximadamente, de los cuales un 43% se encuentra repartido entre los principales estados del país (Distrito Capital, Miranda, Zulia, Carabobo, Aragua, Lara) y el porcentaje restante, se encuentra distribuido en un gran número de estados, presentando baja densidad de población. Esto implica un servicio de telefonía fija escaso.

Los registros sobre la cantidad de abonados de telefonía fija en la población Venezolana para el primer trimestre del 2008, estiman 5.212.331 abonados (CONATEL, 2008) (Anexo A). Y considerando, que el INE también plantea que una familia venezolana posee un promedio de cuatro integrantes, se puede estimar que el aproximado de personas que gozan de dicha telefonía es de 20.849.324, lo que representa un 74,64% de la población del país.

La evolución en los últimos años de la tecnología, ha permitido el mejoramiento notable de las comunicaciones en sus distintas formas. Una clara muestra de ello, es la integración de redes que funcionaban de forma independiente (telefonía fija y móvil, la radio y la televisión), a un solo sistema ya constituido: Internet. Lo que antes era un sueño hoy en día se ha hecho realidad, gracias a las mejoras continuas en los medios y protocolos de transmisión de datos. Consecuente con esto, la calidad de servicio que brinda la voz sobre una red de datos o Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP), ha mejorado notablemente, compitiendo de forma directa con la RTC.

Otro aspecto que defiende VoIP como el mejor postulante, radica en que mediante este protocolo la información se digitaliza y es enviada por paquetes,

sacando el mayor rendimiento del ancho de banda de la red, empleando la técnica de supresión de silencio, lo que indica una importante ventaja sobre la telefonía fija convencional que utiliza líneas dedicadas durante las comunicaciones entre usuarios, ya que en estas últimas alrededor del 40% de una conversación es silencio.

En Venezuela, la organización pionera y líder en telecomunicaciones es la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), la cual constantemente invierte en el desarrollo de tecnologías para el beneficio de la comunidad. En este sentido, la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico, ha decidido realizar una inversión de envergadura en investigación y recursos de equipamiento de tecnología de punta, en la búsqueda de alternativas que brinden un servicio óptimo, que a mediano plazo le permita el acceso a una línea telefónica particular al 25% de la población restante, que aún no se incorpora al disfrute de este servicio.

Lo expuesto, representa el motivo por el cual se hará la proyección de un modelo de red de voz sobre IP bajo software libre para ser presentada a la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico, definiendo todo los parámetros que debe poseer el sistema, con el fin de aprovechar las bondades que brinda la telefonía fija tradicional, permitiendo a poblaciones remotas el acceso a un bajo costo, mejorando así su calidad de vida.

En base a esto, para que el sistema sea realmente viable desde el punto de vista económico, debe utilizar las plataformas ya existentes, es decir, el trabajo estará centrado en un sistema híbrido de RTC-VoIP, usando un software enmarcado bajo centrales IP de licencia libre como está establecido en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.095 (2005) para las instituciones del estado.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de red de VoIP bajo software libre para la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV).

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico de la topología de red actual para su consideración en la propuesta
- Seleccionar las aplicaciones a utilizar bajo la plataforma de software libre
- Elaborar el diseño del modelo de red de VoIP con base en el sistema actual de telefonía fija
- Determinar las ventajas y desventajas del modelo de la propuesta
- Probar y validar el funcionamiento de la red a implementar.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La culminación satisfactoria de los objetivos enunciados anteriormente permitirá a la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) disminuir costos de implementación del servicio, ya que la solución unifica la Red Telefónica Conmutada (RTC) con la red de datos, formando un sistema híbrido que aprovechará las características individuales de cada una. En tal sentido, si el costo de implementación y mantenimiento disminuye, el costo por línea también lo hará, por lo que se podrá prestar servicio de telefonía fija al 25% de la población Venezolana que hoy día no se encuentra disfrutando de este servicio.

Actualmente, CANTV presta servicio de VoIP a algunos sectores puntuales, bajo software propietario, lo cual incumple lo dictado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.095 referente al uso de software libre en las instituciones del estado, por lo que para la empresa es importante la implementación de nuevos sistemas bajo estas características.

Consecuente con lo anteriormente expuesto, entre otros beneficios que este estudio ofrece a la empresa CANTV y a los habitantes de Venezuela se encuentran:

- Modelo de red de VoIP bajo software libre para la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de CANTV
- Cumplimiento de lo establecido en la reglamentación jurídica
- Mayor cobertura de usuarios que se traduce en mayores ingresos
- Mejor calidad de vida al 25% de la población venezolana desasistida actualmente en servicio telefónico
- Mayor experiencia en el área de telecomunicaciones a los investigadores del proyecto, lo que contribuirá en su crecimiento personal.

La propuesta del modelo VoIP reúne la transmisión de voz y datos, lo que posibilita la utilización de las redes informáticas para efectuar llamadas telefónicas, incluyendo llamadas a la Red Telefónica Conmutada.

1.5. LIMITACIONES

En la elaboración del proyecto, la Compañía proporcionó la asesoría técnica, con el personal de expertos que allí laboran, así como los recursos económicos necesarios para la adquisición de materiales, instrumentos y/o equipos. Los recursos tecnológicos con los que se cuenta hoy día, permitieron el alcance de los objetivos planteados sin que existiese algún inconveniente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo reúne las bases teóricas que sustentan el objeto de estudio, tomando en cuenta los conocimientos formados previamente, situando la realidad estudiada sobre lineamientos de carácter teóricos, conceptuales y legales.

2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA RED TELEFÓNICA CONMUTADA

La Red Telefónica Conmutada (RTC), también conocida como Red Telefónica Básica (RTB), fue diseñada en un principio para la transmisión de voz sobre sistemas analógicos, aunque puede también transportar datos, a través de fax y la conexión a Internet por medio de un modem acústico. En ésta red los terminales telefónicos se comunican con una central de conmutación mediante un solo canal, luego de haber marcado un número que corresponde con la identificación numérica del destino. Dicho canal es compartido por la señal del micrófono y la del auricular.

La Red Telefónica Conmutada (RTC), es un conjunto ordenado de medios de transmisión y conmutación que facilitan el intercambio de la palabra entre dos abonados, mediante el uso de aparatos telefónicos. El objetivo fundamental de la RTC, es conseguir la conexión entre dos usuarios de la red, a nivel geográfico local, nacional e internacional. La estructura de la red es jerárquica y los nodos que forman parte de ella, se conocen como, centrales locales, primarias, secundarias y de tránsito internacional.

Sobre los sistemas RTC, la voz viaja sin ser modulada, es decir, en banda base. En un principio, las señales de control, descolgar, discar y colgar, se

generaban mediante aperturas y cierres del bucle de abonado, en la actualidad, las acciones de discado se realizan mediante el envío de tonos desde el terminal telefónico a la central, a través del mismo par telefónico.

La red telefónica ha ido evolucionando a medida que avanza la tecnología, pero no ha sido una transición brusca.

Se comenzó con la digitalización de los sistemas de transmisión, introduciéndose convertidores analógico/digital a la salida de los conmutadores y utilizándose técnicas de multiplexado por división de tiempo en lugar de división por frecuencia. Seguidamente, se digitaliza la conmutación, realizándose la conversión analógico/digital antes de entrar en el conmutador, dotando a los nodos de funciones de conmutación temporal. Lo último en digitalizarse, fue el bucle de abonado, que una vez digitalizado se llega a una red llamada, Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), proporcionando conexión digital extremo a extremo y ofreciendo soporte a un amplio rango de servicios.

Inicialmente se diseñó una red jerárquica, es decir, centrales de conmutación automática conectadas entre sí de modo que cada una de ellas dependa de otra cuyo orden jerárquico sea superior, permaneciendo unidas entre sí las de máxima categoría.

En la actualidad, CANTV posee una topología de red tipo estrella, caracterizada por tener todos los nodos conectados a un controlador central, por el que se gestionan y controlan todas las comunicaciones. Dicha topología resulta ser ventajosa, por poseer un panel de control para el monitoreo del tráfico.

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se mencionan una serie de trabajos relacionados con el tema en estudio, los cuales fueron usados como base para el desarrollo del proyecto.

Sosa Armando y Días Danny (2007), en su trabajo de grado para optar por el título de Ingenieros en Telecomunicaciones, “Implementación de una central telefónica privada de VoIP bajo software libre con tarifador para la Gerencia de

Direccionamiento Tecnológico de CANTV”, presentado ante la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, emprenden la implementación de una herramienta de gestión y control de tráfico telefónico, desarrollando la instalación y configuración de una central telefónica por software, que permite la integración de teléfonos de internet (teléfonos IP), teléfonos analógicos y teléfonos de software (softphone), logrando así una mejor comunicación interna en la Gerencia. Dicho trabajo sirvió de guía para el planteamiento de los objetivos del proyecto y aportó información importante acerca del tipo de central que se puede utilizar para servicios de telefonía, así como también de configuraciones y herramientas que se deben tomar en cuenta en la implementación de una red basada en protocolo de internet.

Uzcátegui Sergio (2007), en su trabajo especial de grado para optar por el título de Ingeniero en Telecomunicaciones, “Análisis de procedimientos de migración de la plataforma SDH y PDH a nodos multi servicio con interconexión IP enmarcados en el proyecto Neurona de la corporación CANTV”, presentado ante la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, desarrolla la teoría básica necesaria para realizar el proceso de migración, describiendo los pasos para la ejecución de la misma y mostrando además los posibles errores que pueden presentarse en el proceso con sus respectivas soluciones. Dicho trabajo sirvió de guía para el planteamiento de la metodología y fue tomado además como referencia para el diagnóstico de la topología de la red telefónica actual en CANTV.

Santone Francisco (2001), en su trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Electricista, “Propuesta para la incorporación de nuevos servicios en la red de CANTV”, presentado ante la Universidad Central de Venezuela, ofrece una herramienta para la toma de decisiones al momento de incorporar nuevos servicios suplementarios residenciales en la red de CANTV. Este trabajo sirvió de guía al momento de considerar la inclusión de nuevos servicios a la red y fue la base para unificar los actualmente disponibles en sistemas telefónicos.

Escalante Maribel (2004), en su trabajo especial de grado para optar a la Especialización en Gerencia Mención Redes y Telecomunicaciones, “Estudio de

factibilidad técnica para la migración parcial o total de la red telefónica TDM internacional de CANTV a voz sobre IP”, presentado ante la Universidad de Yacambú, determina las características mínimas que debe cumplir una red de voz sobre IP para cursar el tráfico internacional de la red de CANTV, garantizando la convergencia del tráfico de voz y datos en una misma plataforma, así como también, la interoperabilidad con la plataforma existente. Dicho trabajo, fue de gran utilidad en el proyecto al momento de calcular la cantidad máxima de usuarios en la red para que no exista exceso de tráfico.

Por último, González Eric (2006), en su informe de proyecto para optar al título de Administrador de Redes Computacionales, “Asterisk y Telefonía Tradicional”, presentado a la Fundación Instituto Profesional DuocUC, refleja herramientas claras para levantar un sistema de telefonía IP, expone configuraciones básicas para una central telefónica privada Asterisk. Este informe fue de mucha utilidad para el conocimiento de distintos conceptos referentes a la telefonía tradicional, telefonía de voz sobre IP y sus respectivos protocolos, sirviendo de gran ayuda para un mejor entendimiento sobre los pasos a seguir en la implementación de un sistema de telefonía IP basado en Asterisk.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Modelo de Red

Un modelo, es la representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma, cuyo propósito es el de facilitar el entendimiento o la mejora de un sistema. Se puede decir además, que es un grupo de actividades orientadas hacia un objetivo estratégico, siendo una representación esquemática o conceptual de un fenómeno, que representa una teoría o hipótesis del funcionamiento de dicho fenómeno.

Una red, es un conjunto de dispositivos físicos y programas, mediante el cual se pueden conectar computadoras para compartir recursos e información.

Un modelo de red, es aquel que describe, explica y predice el comportamiento de un sistema de elementos interrelacionados, que se conectan mediante un vínculo dedicado o conmutado para proporcionar una comunicación local o remota (de voz, video, datos) y facilitar el intercambio de información entre usuarios con intereses comunes.

2.3.2. Red Telefónica Conmutada (RTC)

La Red Telefónica Conmutada (RTC) también conocida como Red Pública Conmutada (PSTN – Public Switched Telephone Network), es un conjunto ordenado de medios de transmisión y conmutación de circuitos, que facilitan la transferencia de voz y de información de audio entre terminales situados en ubicaciones fijas, mediante el empleo de aparatos telefónicos. El objetivo fundamental de esta Red es conseguir la conexión entre usuarios, a nivel geográfico local, nacional e internacional.

En cada extremo de la comunicación, el usuario o abonado conecta su equipo terminal telefónico al punto de terminación de red. A partir de ese punto se inicia la red de acceso, la cual conecta al usuario con una central telefónica, que presta servicio a un número de clientes y los bucles de abonado. El transporte de información entre centrales es realizado mediante redes con diferentes topologías.

Cuando un usuario realiza una llamada, se cierra un conmutador al momento de marcar y se establece así un circuito con el receptor de la llamada.

La RTC, garantiza la calidad de servicio, dedicando el circuito a la comunicación hasta el momento en que la persona que llama cuelga el teléfono, independientemente de si los participantes se encuentran hablando o en silencio.

En la RTC, la voz viaja sin ser modulada a través del canal telefónico, es decir, en banda base.

En comparación con otras redes, la RTC sigue siendo en la actualidad, por su extensión, accesibilidad y bajo costo relativo, la que mayor número de usuarios registra. El costo de la utilización de este sistema por parte de un abonado dependerá de la distancia y de la duración de la conexión.

2.3.3. Señalización

Es el lenguaje que utilizan las centrales telefónicas para comunicarse entre sí y con los equipos terminales de los clientes.

2.3.3.1. Señalización R2

La Señalización R2, es una señalización entre centrales telefónicas, la cual consiste en el envío de determinado número de pulsos, que identifican unívocamente a cada dígito, a una determinada cadencia, seguido de una pausa interdigital para distinguir cada uno de ellos.

La Señalización R2 Digital, utiliza dos canales de señalización hacia adelante (a_f y b_f) y dos canales para atrás (a_b y b_b).

El canal a_f , indica las condiciones de operación del equilibrio de conmutación de salida. Como estas condiciones están bajo control del abonado que llama, este canal indica también las condiciones de enlace de dicho abonado.

Canal a_f	Estado de gancho
1	Teléfono del abonado A colgado
0	Teléfono del abonado A descolgado

Tabla 1. Estados del canal a_f
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

El canal b_f , indica al equipo de conmutación de entrada las fallas ocurridas en el equipo de conmutación de salida.

Canal b_f	Condiciones de operación
1	Condición de falla

0 Permanente durante condiciones normales

Tabla 2. Condiciones de operación del canal b_f
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

El canal a_b , indica las condiciones del enlace del abonado llamado.

Canal a_b	Estado de gancho
1	Teléfono del abonado B colgado
0	Teléfono del abonado B descolgado

Tabla 3. Estados del canal a_b
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

El canal b_b , indica las condiciones de ocupación del equipo de conmutación de entrada.

Canal b_b	Condiciones de operación
1	Ocupado y bloqueado
0	Libre
0 – 1	Confirmación de ocupación
1 – 0	Confirmación de desconexión

Tabla 4. Condiciones de operación del canal b_b
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

Cuando se establece completamente una comunicación por medio del sistema R2 de llegada, finaliza la señalización entre registradores inmediatamente después de recibir el número completo.

2.3.3.2. Señalización SS7

El Protocolo de Señalización SS7, es una arquitectura para realizar la señalización fuera de banda como soporte al establecimiento de llamadas, facturación, entubamiento y funciones de intercambio de información de las redes RTC o PSTN.

Para el establecimiento y finalización de la llamada, este protocolo utiliza distintos mensajes, permitiendo que los nodos se comuniquen entre sí, sin importar si existe conexión troncal directa entre ellos.

Este tipo de señalización es también llamado, Señalización por Canal Común (CCS), ya que separa la señal de señalización de los canales portadores, lo que implica que los mensajes sean transportados a través de una conexión de datos.

La Señalización SS7, es utilizada cuando se enlaza tráfico de voz sobre IP a la RTC, así como también en las redes de telefonía móvil celular (GSM y/o UMTS), para aplicaciones de voz (conmutación de circuitos) y datos (conmutación de paquetes).

CANTV aplica este tipo de señalización para el envío de treinta canales de voz en un E1, contando además con dos canales adicionales, uno para señalización y el otro para sincronismo.

2.3.3.2.1. Puntos de Señalización (SP)

Los puntos de señalización (SP), son nodos capaces de manejar los mensajes SS7, ya que es donde se originan, encaminan o terminan los mensajes de señalización.

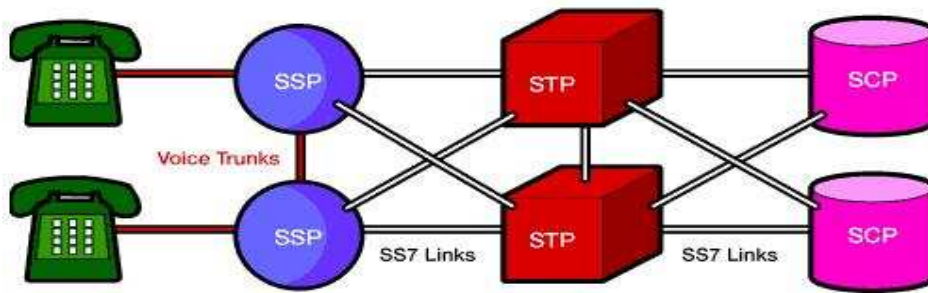


Figura 1. Puntos de Señalización SS7
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

Se clasifican en (Figura 1):

- Puntos de Conmutación de Señal (SSP), frecuentemente implementados en la misma central.
- Puntos de Transferencia de Señalización (STP), utilizados en el modo casi asociado.
- Puntos de Control de Servicios (SCP), permiten el acceso a las bases de datos.

2.3.3.2.2. Enlaces de Señalización (SL)

El Enlace de Señalización (SL), consiste en un canal bidireccional para transportar la información entre dos Puntos de Señalización (SP). Los SP se conectan a través de uno o más Enlaces de Señalización, utilizando cualquier medio de transmisión digital para establecer dicha conexión, siendo la velocidad recomendada de acuerdo al estándar ANSI de 56Kbps y de acuerdo a las Recomendaciones del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) de 64Kbps.

Existen varios tipos de SL, los cuales no se diferencian en cuanto a construcción o velocidad de transmisión, si no a la colocación del enlace en la red.

2.3.3.2.3. Estructura

El Protocolo SS7, a manera ilustrativa, se puede ver como una torre de protocolos que se emplean dependiendo de las aplicaciones y el tipo de red telefónica en uso. Tal cual como lo define el CCITT, se basa en una capacidad común para el transporte de señalización, que contiene la Parte de Transferencia de Mensaje (MTP) y la Parte de Usuario. La MTP y la Parte de Control de Señalización de Conexión (SCCP), forman parte de los Servicios de Red (NSP), los cuales realizan las funciones correspondientes a las primeras tres capas del Modelo de Referencia OSI (Figura 2).

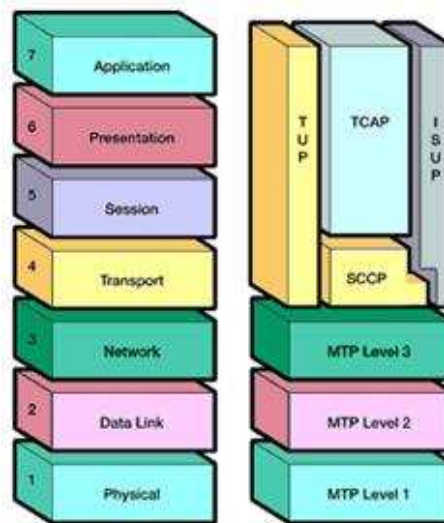


Figura 2. Modelo de Referencia OSI y Torre de Protocolos SS7
2007, Orlando Terán L., Tipos de Señalización

La Sección de Aplicación de Capacidades de Transacción (TCAP), facilita un conjunto de herramientas en un ambiente no orientado a la conexión y provee un mecanismo para las aplicaciones orientadas a transacciones, que puede ser usado por una aplicación para invocar la ejecución de un procedimiento desde un nodo a otro e intercambiar resultados.

En las redes de telecomunicaciones, las aplicaciones distribuidas que utilizan TCAP, pueden residir tanto en las centrales como en las bases de datos de la red.

La Parte de Operación, Mantenimiento y Administración (OMAP), realiza el suministro de protocolos de aplicación para monitorear, coordinar y

controlar todos los recursos de la red que hacen posibles las comunicaciones basadas en SS7. OMAP viene siendo un ejemplo de un usuario de TCAP.

La Parte de Usuario (ISUP), provee las funciones necesarias para la utilización de las capa bajas (MTP) por parte de un usuario específico. Es un protocolo orientado a mensaje, definido para proveer el establecimiento, supervisión y desconexión de llamadas.

2.3.4. Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP)

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés), consiste en aprovechar la infraestructura desplegada de transmisión de datos, para transmitir voz, empleando un protocolo IP (Internet Protocol). Esto quiere decir que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes, en lugar de enviarla en forma digital o analógica pero a través de circuitos destinados sólo para telefonía convencional (Red Telefónica Pública Conmutada).

Es importante destacar la diferencia entre Voz sobre IP y Telefonía sobre IP. VoIP es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, que permiten la transmisión de voz sobre Protocolo IP, y Telefonía sobre IP es, en lo que se convierte la telefonía tradicional gracias a los servicios que se pueden llegar a ofrecer cuando se transporta la voz sobre el Protocolo de Internet en redes de datos.

El establecimiento de una llamada telefónica tradicional, requiere de una gran red de centrales telefónicas conectadas entre sí, mediante cable coaxial, fibra óptica, satélites de telecomunicación, entre otros, además de conexiones por par trenzado entre los equipos telefónicos y las centrales, lo que implica grandes inversiones para la creación y mantenimiento de las infraestructuras necesarias.

Un sistema de Voz sobre IP realiza tres funciones básicas, digitalización de la voz, empaquetado de la voz y enrutamiento de los paquetes. Estos paquetes son enviados a través de Internet al destino (persona con la que se desea establecer

la comunicación), una vez estando ahí, los paquetes son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original, lo que implica el uso de la red sólo cuando es necesario. En esa misma red, pueden viajar tanto paquetes de datos como paquetes de voz de diferentes llamadas y al mismo tiempo, generando esto grandes expectativas en ahorro de recursos (mantenimiento, personal, entre otros) e incluso ahorro en llamadas de VoIP a VoIP.

Los equipos terminales de Telefonía IP, bien sea un teléfono físico (hardphone) o una simulación de teléfono por computadora (softphone), pueden ser trasladados a cualquier lugar dónde se dirija el usuario y recibir llamadas en un mismo número, siempre y cuando esté conectado a Internet.

2.3.4.1. Protocolos

Un Protocolo es un conjunto de normas y/o procedimientos para la transmisión de datos, que ha de ser observado por dos extremos de un proceso comunicacional (emisor y receptor). Los protocolos establecen formatos, modos de acceso, secuencias temporales, entre otros. En el caso de VoIP, representa el lenguaje que utilizan los distintos dispositivos existentes para su conexión. Es un aspecto de suma importancia, debido a que de él depende la eficacia y complejidad de la comunicación.

Existen varios Protocolos en la transmisión de Voz IP, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- H.323: es una recomendación de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. Es un conjunto de normas para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios, estableciendo una señalización en redes IP. Es utilizado comúnmente para Voz sobre IP y videoconferencias basadas en IP. No garantiza Calidad de Servicio, ni confiabilidad en el transporte de datos, lo que no lo hace poco fiable en el caso de voz o video. Es independiente de la topología de red y admite pasarelas,

permitiendo usar más de un canal de cada tipo (voz, video, datos) de forma simultánea.

- Protocolo de Inicio de Sesión (Session Initiation Protocol, SIP): es un protocolo de señalización de capa de aplicación para crear, modificar y terminar sesiones interactivas de comunicación multimedia entre usuarios. Dichas sesiones incluyen llamadas telefónicas por Internet, distribución de datos multimedia y conferencias multimedia. El SIP hace uso de elementos llamados servidores Proxy para ayudar en el enrutamiento de peticiones a la localización actual del usuario, autenticación y autorización de los usuarios para los servicios, implementación de políticas de encaminamiento y proporción de servicios a los usuarios. El SIP además proporciona una función de registro que permite a los usuarios indicar su localización actual para así ser usada por los servidores Proxy. SIP funciona por encima de diversos protocolos de transporte. Puesto que SIP es un protocolo flexible, es posible agregar más características y mantener la interoperabilidad hacia atrás.
- Protocolo de Control de Pasarela de Medios (Media Gateway Control Protocol, MGCP): es un Protocolo de control de dispositivos, que utiliza un modelo centralizado (arquitectura cliente – servidor), de tal forma, que un teléfono necesita conectarse a un controlador antes de conectarse a otro teléfono, de modo que la comunicación no es directa. Se compone principalmente por: un MGC (Media Gateway Controller) para el control de la señalización del lado IP, uno a más MG (Media Gateway) para la conversión del contenido multimedia y uno o varios SG (Signaling Gateway) para el control de la señalización del lado de la red de conmutación de circuitos. MGCP, introduce esta división en los roles, con la intención de aliviar a la entidad encargada de transformar el audio para ambos lados, de las tareas de señalización, concentrando en el MGC el procesamiento de la señalización.
- SCCP (Skinny Client Control Protocol): es un Protocolo propiedad de los sistemas Cisco. El cliente Skinny usa TCP/IP para transmitir y recibir llamadas. Para el audio utiliza RTP, UDP e IP.

- H.428: es un Protocolo definido por el Grupo de Trabajo de la Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force, IETF). Es un complemento a los protocolos H.323 y SIP. Se utiliza para controlar las MG.
- CorNet-IP: es un Protocolo propiedad de la empresa Siemens. Es para el uso entre centrales Siemens PABX con transparencia de facilidades.
- Intercambio entre Asterisk (Inter-Asterisk Exchange): es un protocolo utilizado por un servidor de central telefónica PBX (Asterisk), de código abierto patrocinado por Digium. Es utilizado para reducir el ancho de banda del flujo de datos de voz, manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk y entre servidores – clientes que también utilicen protocolo IAX. Este protocolo ya posee una nueva versión IAX2.
- IAX2: es el Protocolo sustituto al IAX, el cual minimiza el ancho de banda necesario para señalización y el medio, además de proporcionar soporte interno para transparencia en la traducción de direcciones de red (NAT). Este protocolo, en lugar de usar RTP, utiliza UDP sobre un único puerto de Internet (puerto 4569) para transmitir y recibir la señalización y el medio, por lo que emplea muchas menos cabeceras que RTP.

El Protocolo IAX, puede triplicar el número de llamadas enviadas a través de un solo Megabit, cuando se utiliza por ejemplo con un códec con compresión G.729. Las respuestas de este protocolo son enviadas de vuelta desde donde quiera que viniesen, en lugar de tener que negociar una dirección IP externa. Al estar continuamente enviándose solicitudes, si la línea se cae repentinamente, el dispositivo IAX lo nota en menos de un minuto. El protocolo IAX, transmite los paquetes de audio con tan sólo cuatro bytes de cabecera y los comandos emplean un ancho de banda muy reducido. Para llamadas múltiples, reduce las cabeceras de cada canal, combinando los datos de varios canales en un solo paquete, reduciendo así no sólo el número de cabeceras, sino también el número de paquetes.

- Skype: es un protocolo propietario utilizado en la aplicación Skype. Su importancia reside en la gran compresión de éste, sin afectar prácticamente la calidad de la transmisión de voz.
- Jingle: es un protocolo que permite la transferencia de información punto a punto. A través de este protocolo, se pueden transmitir datos multimedia, permitiendo la adopción de servicios de videoconferencia y de VoIP. Este protocolo fue diseñado inicialmente por la empresa Google.

2.3.4.2. Códec

La palabra Códec, viene de abreviar Codificador – Decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos o una señal. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal, para la transmisión, el almacenaje o el cifrado, y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones. Es decir, el códec convierte la señal de audio analógica en formato de audio digital para transmitirlo y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para ser reproducido. Esto último representa la esencia de la transmisión de Voz sobre Protocolo de Internet. En ese proceso de conversión se generan pérdidas de la información.

Los códecs realizan el proceso de conversión haciendo un muestreo, cuantificación y codificación de la señal de audio. En el caso de la señal de VoIP, la frecuencia de muestreo depende del códec que se esté utilizando (64.000 veces por segundo, 32.000 veces por segundo, 8.000 veces por segundo).

Existen diferentes algoritmos avanzados utilizados por los códecs que permiten tomar las muestras, ordenar los datos, comprimirlos y empaquetarlos, entre los más utilizados para VoIP se encuentran:

- G.711: es un estándar de la UIT para la compresión de audio, liberado en 1972. Es una forma de llamar en VoIP a la Modulación por Codificación

de Pulsos (PCM). Se utiliza con la finalidad de representar señales de audio con frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital con una tasa de muestreo de 8.000 muestras por segundo, proporcionando un flujo de datos de 64Kbps. Existen dos algoritmos principales para este estándar, Ley μ , para Norte América y Japón y la Ley A, para Europa y el resto del mundo.

No utiliza técnicas de compresión de voz, lo que permite obtener máxima calidad con respecto a otros.

Define además un código para secuencia de repetición de valores, definiendo así el nivel de potencia de 0dB.

- Modulación por Codificación de Impulsos Diferencial Adaptativa (Adaptative Differential Pulse Code Mudulation, ADPCM): son los códecs de ondas que en lugar de cuantificar la señal directamente como los códecs PCM, cuantifican la diferencia entre la señal y una predicción hecha a partir de la señal, por lo que es una codificación diferencial. ADPCM, fue propuesto por el CCITT y se articula en los estándares G.721, G.723 y G.726, que reemplazó a los dos anteriores, definiendo estándares para 16, 24, 32 y 40 Kbps, lo que corresponde a muestras de tamaños de 2, 3, 4 y 5 bits, respectivamente.
- G.722: estándar de la UIT de compresión de voz de 7KHz a 64Kbps, que codifica la voz de banda ancha a 64Kbps en alta calidad.
- G.728: estándar de la UIT que codifica la señal de audio de calidad tarifada, con un ancho de banda de 3,4KHz para transmitir a 16Kbps. Es utilizado en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56Kbps o 64Kbps y en aplicaciones que requieren muy bajo retardo algorítmico.
- G.729: es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz, que comprime en trozos de 10 milisegundos. La música o los tonos tales como, tonos DTMF o de fax, no se pueden transportar confiablemente con este códec. Se utiliza mayormente en aplicaciones de VoIP, por sus bajos requerimientos de ancho de banda. Opera a una tasa de 8Kbps y posee extensiones que suministran hasta 11,8Kbps, mejorando la calidad en la conversación.

- Códec de Internet de Baja Rata de Bits (Internet Low Bitrate Codec, iLBC): es un códec de fuente abierta, libre y gratuito, desarrollado por Global IP Solutions. Diseñado para operar con anchos de bandas reducidos, que dependen del tamaño de la muestra utilizada (20 ó 30ms), para bloques de 20ms, el consumo de ancho de banda es de sólo 15,20Kbps, mientras que con 30ms, se reduce a 13,33Kbps. Su poco consumo de ancho de banda requiere de una cantidad importante de procesamiento, por lo que mantener numerosas llamadas concurrentes con este códec ocasiona rápidamente el agotamiento de ciclos del procesador.
- Sistema Global para Comunicación Móvil (Global System for Mobile Communication, GSM): es un sistema estándar para comunicaciones móviles que incorporan tecnología digital. GSM digitaliza y comprime los datos con información del usuario y los envía a través de un canal, cada uno de ellos en su propia ranura de tiempo. Utiliza información de muestras previas para poder predecir la muestra actual. Los paquetes de voz son bloques de 260 bits y los intervalos de tiempo de muestreo son de 20ms para los bloques, por lo que se obtiene un ancho de banda consumido de por el códec de 13,3Kbps.
- Speex: es un códec de fuente abierta para voz, libre de patentes y regalías. Ofrece rangos de ancho de banda desde 2 hasta 44Kbps. Se caracteriza por poseer tres formatos, banda angosta (8KHz), banda ancha (16KHz) y banda ultra-ancha (32KHz), además de, codificación en estéreo, tratamiento de paquetes perdidos, uso de una rata de bits variable, transmisión discontinua, detección de actividad de voz (no transmite mientras no hay voz presente).
- LPC-10: utilizado para reducir el ancho de banda. La señal de voz es clara pero los sonidos se tornan robóticos. Opera con un ancho de banda de 2,5Kbps.

2.3.5. Módem

Un Módem, es un dispositivo utilizado para modular y demodular una señal llamada portadora, mediante otra señal de entrada llamada moduladora. Su uso más común y conocido es en la transmisión de datos por vía telefónica. Los métodos de modulación y otras características de los módems telefónicos están estandarizados por la UIT en la serie de Recomendaciones “V”, determinando la velocidad de transmisión en cada una de ellas.

2.3.6. Centrales Telefónicas

Una central telefónica, es el lugar dónde la empresa operadora de telefonía, alberga todos los equipos necesarios para el establecimiento de llamadas telefónicas, en el sentido de hacer conexiones y retransmisiones de información de voz. En este lugar, terminan las líneas de abonado, los enlaces con otras centrales y los circuitos interurbanos necesarios para la conexión con otras poblaciones.

Una central Telefónica Privada (Private Branch Exchange, PBX), es un conmutador de un teléfono analógico o digital, ubicado en las instalaciones del suscriptor que se usa para crear una red telefónica privada y que a su vez se encuentra conectada a la Red Pública o PSTN. Esto permite compartir un pequeño número de líneas salientes entre los empleados de una organización, reduciendo los costos de tener una línea telefónica para cada usuario. Su término “Privada” se debe al hecho de que pertenece a la empresa que lo posee instalado y no a la compañía operadora de telefonía.

Una Central IP-PBX, es un conmutador telefónico que maneja todas las comunicaciones externas e internas por Telefonía IP. De modo que, las extensiones manejadas por este equipo terminan en teléfonos IP, teléfonos comunes con Adaptadores de Telefonía Analógica (Analog Telephony Adapter, ATA) u otros servidores de Protocolo de Inicio de Sesión (SIP).

Lo que resulta más complejo y costoso en un sistema telefónico es la Central Telefónica, por lo que ha llevado a distintos desarrolladores de software crear programas que brinden sus mismos beneficios y servicios.

2.3.7. Software Libre

El software libre, es aquel que una vez obtenido ofrece la libertad a los usuarios de ejecutarlo, copiarlo, distribuirlo, estudiarlo, modificarlo, mejorarlo e incluso redistribuirlo libremente, tomando en cuenta que el usuario tiene acceso al código fuente del programa. Todo lo anterior lo convierte en una herramienta poderosa y flexible.

Análogamente, el software gratis o gratuito (freeware) incluye en algunas ocasiones el código fuente; sin embargo, este tipo de software no es libre en el mismo sentido que el Software Libre, a menos que se garanticen los derechos de modificación y redistribución de dichas versiones modificadas del programa.

Existen cuatro libertades esenciales para los usuarios del software: a) Libertad Cero, libertad de hacer funcionar el programa, de usarlo con cualquier propósito, b) Libertad Uno, libertad de ayudarse, de estudiar el código fuente del programa y adaptarlo a las necesidades, c) Libertad Dos, libertad de distribuir copias de forma que pueda ayudar a otros, y d) Libertad Tres, libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras, de modo que toda la comunidad se beneficie.

El software libre, suele encontrarse disponible gratuitamente o a un precio de coste de la distribución a través de otros medios, por lo que, software libre no implica software gratuito, ya que, conservando su característica de ser libre, puede ser distribuido comercialmente.

El movimiento del software libre surge de la necesidad de adecuar programas según las necesidades que se presentaban, por ser casi imposible proporcionar un software que cumpla con todas las demandas de cada uno de los usuarios.

Una plataforma es el principio bien sea de hardware o software, sobre el cual un programa puede ejecutarse, como por ejemplo, arquitectura de hardware, sistema operativo, lenguajes de programación y sus librerías de tiempo de ejecución.

Linux, es un sistema operativo tipo Unix, distribuido bajo la Licencia Pública General de GNU, lo que quiere decir que es software libre. Su nombre proviene del Núcleo de Linux (1991). Es usado ampliamente en servidores, contando con el respaldo de corporaciones como Dell, Hewlett-Packard, IBM, Novell, Oracle, Red Hat y Sun Microsystems. Puede ser instalado en gran variedad de hardware, incluyendo computadores de escritorio, portátiles, computadores de bolsillo, teléfonos celulares, video consolas, entre otros. Las variantes de estos sistemas se llaman distribuciones, cuyo objetivo es brindar una edición que cumpla con las necesidades de ciertos grupos de usuarios. Muchas de las distribuciones son gratuitas y otras no, algunas incluyen software no libre y otras contienen sólo software libre. Entre las distribuciones se pueden nombrar:

- Red Hat Enterprise Linux: es una distribución fundada por la empresa Red Hat, orientándose desde sus inicios en apoyar el movimiento del Software Libre. Entre las principales aplicaciones de esta distribución, se destacan poderosas herramientas para la administración en servidores. Se puede conseguir comercialmente en el mercado.
- Fedora: es también una distribución patrocinada por la compañía Red Hat, pero es de Licencia Pública General (LPG), por lo que se puede adquirir gratuitamente. Cuenta con características similares a Red Hat Enterprise Linux, además está respaldada por la inmensa comunidad internacional del Software Libre.
- Debian: es una distribución fundada en 1993 por Ian Murdock, teniendo como base una comunidad conformada por desarrolladores y usuarios, con el fin de separar el Software Libre del que no lo es. El modelo de desarrollo del proyecto es ajeno a motivos comerciales o empresariales.
- Ubuntu: es una de las más importantes distribuciones GNU/Linux, ofrece un sistema operativo predominante, enfocado a computadores personales, a pesar de que proporciona soporte para servidores. Está basada en Debian

y concentra su objetivo en la facilidad y libertad de uso, la fluida instalación y los lanzamientos regulares (cada 6 meses).

- Centos: su nombre proviene de la Comunidad Empresarial Sistema Operativo (Community Enterprise Operating System), es un clon a nivel binario de la distribución Linux Red Hat Enterprise Linux, compilado por voluntarios a partir del código fuente liberado por Red Hat. Es comúnmente utilizado para aplicaciones del servidor, aprovechando las características heredadas de la distribución en que se basa.
- Suse: es una de las distribuciones mejor conocidas en Linux existentes a nivel mundial. Una de las principales virtudes de esta distribución es el hecho de que es una de las más sencillas de instalar y administrar, porque cuenta con varios asistentes gráficos para completar diversos procesos.

2.4. Bases Legales

El proceso de investigación y análisis de esta propuesta está enmarcado bajo fundamentos legales, de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, el conjunto de Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y del ente regulador de las actividades relacionadas con las telecomunicaciones en Venezuela, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

El Artículo 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, promulgada el 17 de noviembre de 1999, plantea: “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional”... “El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica”. [1]

El Estado debe garantizar que se preste el Servicio Universal de Telecomunicaciones, el cual se refiere a aquellos servicios que los operadores

están obligados a brindar a los usuarios, ofreciendo estándares mínimos de penetración, acceso, calidad y asequibilidad económica con independencia geográfica, tal cual como lo indica el Artículo 49 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones. [2]

El Artículo 4 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, publicada en la Gaceta Oficial N° 36.920 el 28 de marzo del 2000, define: "... telecomunicaciones toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos, u otros medios electromagnéticos afines, inventados o por inventarse". Y al "...espectro radioeléctrico, como el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de tres mil gigahertz (3000 GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial". [2]

Así mismo, el Artículo 6 de la misma Ley, se expresa que: "El establecimiento o explotación de redes de telecomunicaciones, así como la prestación de servicios de telecomunicaciones, podrán realizarse en beneficio de las necesidades comunicacionales de quienes las desarrollan o de terceros, de conformidad con las particularidades que al efecto establezcan en leyes y reglamentos". Dichas personas beneficiarias tienen derecho a acceder a todos los servicios de telecomunicaciones de forma igualitaria, a recibir un servicio eficiente, de calidad e ininterrumpido, a la privacidad e inviolabilidad de sus telecomunicaciones, a la facturación detallada de los cargos por servicios, a llamadas gratuitas de emergencia, recibir la compensación o reintegro por la interrupción de los servicios, a ser atendidas sus solicitudes, quejas o reclamos en la brevedad posible, tal como lo especifica el Artículo 12. [2]

Por otra parte, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones en sus Artículos 130 y 131, obliga a los operadores de redes de telecomunicaciones a diseñar arquitecturas de redes abiertas que puedan interconectarse con otras redes públicas de telecomunicaciones. [2]

En Gaceta Oficial N° 38.095, de fecha 28 de diciembre de 2004, Decreto N° 3.390, en su Artículo 1, se plantea lo siguiente: "La Administración Pública Nacional empleará prioritariamente Software Libre desarrollado con Estándares

Abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios informáticos. A tales fines, todos los órganos y entes de la Administración Pública Nacional iniciarán los procesos de migración gradual y progresiva de éstos hacia el Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos. En los casos que no se puedan desarrollar o adquirir aplicaciones en Software Libre bajo Estándares Abiertos, los órganos y entes de la Administración Pública Nacional deberán solicitar ante el Ministerio de Ciencia y Tecnología autorización para adoptar otro tipo de soluciones bajo las normas y criterios establecidos por ese Ministerio”. [3]

En Gaceta Oficial N° 36.995, Decreto N° 825, publicada el 22 de mayo del 2000, se manifiesta en los Artículos 1, 3 y 10: “Se declara el acceso y el uso de Internet como política prioritaria para el desarrollo cultural, económico, social y político de la República Bolivariana de Venezuela”. “Los organismos públicos deberán utilizar preferentemente Internet para el intercambio de información con los particulares...”. “El Ejecutivo Nacional establecerá políticas tendentes a la promoción y masificación del uso de Internet. Así mismo, incentivará políticas favorables para la adquisición de equipos terminales por parte de la ciudadanía, con el objeto de propiciar el acceso a Internet”. [4]

Por último, la Ley Especial Contra los Delitos Informáticos, publicada en Gaceta Oficial N° 37.313 del 30 de octubre de 2001, establece que serán sancionadas aquellas personas que mediante el uso de tecnologías de información, accedan, capturen, intercepten, interfieran, reproduzcan, modifiquen, desvíen o eliminen cualquier mensaje de datos o señal de transmisión o comunicación ajena. [5]

2.5. CANTV y su Gerencia de Direccionamiento Tecnológico

La Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), empresa poseedora de la más integrada y robusta plataforma de telecomunicaciones, capaz de ofrecer a sus clientes un complejo portafolio de productos y servicios acordes con las exigentes demandas de un ambiente en

competencia, además de soluciones integrales a las necesidades de telecomunicaciones de los clientes.

CANTV, con la necesidad de migrar hacia el Software Libre y de evaluar las nuevas tendencias del mercado, decide analizar y desarrollar un proyecto de implementación de Telefonía IP (VoIP), con la finalidad de brindar mejores y personalizados servicios de telefonía fija, bajo una infraestructura de red IP, generando una plataforma con la misma calidad de servicio que ofrece la telefonía tradicional.

2.5.1. Misión

Mejorar la calidad de vida de la gente en Venezuela, al proveer soluciones de comunicaciones que exceden las expectativas de sus clientes.

2.5.2. Visión

Ser el proveedor preferido de servicios integrales de telecomunicaciones de Venezuela, y satisfacer plenamente las necesidades específicas de sus clientes, siempre bajo exigentes patrones de éticas y rentabilidad.

La Gerencia de Direccionamiento Tecnológico, es la encargada de diseñar y apoyar la mejora continua del modelo operativo de la Corporación CANTV, asegurando su gestión y administración adecuada, dando cumplimiento a los objetivos de transformación organizacional y operativa.

Entre las funciones de esta Gerencia se pueden listar:

- Definir la estrategia tecnológica en redes y sistemas de la Corporación CANTV alineada con la estrategia de negocios
- Identificar, evaluar e incorporar tecnologías emergentes para la Corporación, que representen nuevas o mejores opciones de valor para el negocio

- Proveer servicios de asesorías y/o consultorías, en cuanto a nuevas tecnologías, desarrollo de nuevos productos y análisis de nuevos modelos de negocios, a las diferentes unidades organizacionales.
- Proveer servicios de evaluaciones y homologaciones, asegurando alineación con la estrategia tecnológica
- Evaluar y experimentar las nuevas tecnologías, con el fin de conocer sus propias capacidades y limitaciones, a través de pruebas de concepto, pilotos y prototipos.
- Asegurar la transferencia tecnológica dentro de la Corporación
- Coordinar las actividades y planes de interacción con asesores, socios estratégicos, en apoyo al cumplimiento de los objetivos y metas estratégicas
- Producir y gestionar patentes orientadas a proteger los activos de conocimiento en tecnología generados dentro de la Corporación CANTV
- Analizar nuevos modelos de negocios, apoyando la toma de decisiones, el mejor conocimiento de los nuevos negocios o el aprovechamiento del conocimiento generado en los procesos de la Corporación
- Diseñar y apoyar la mejora continua del modelo operativo de la Corporación CANTV, asegurando su adecuada gestión y administración dando cumplimiento a los objetivos de transformación organizacional y operativa.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

A continuación se describe el basamento metodológico utilizado para la realización del Proyecto.

Según Tamayo y Tamayo (2003): “La metodología constituye la médula del plan; se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis”. [6]

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se enmarcó dentro de la investigación mixta, proyecto factible de carácter descriptivo – aplicativo. Y es mixta, debido a que requirió de la investigación documental y de campo.

Las fases metodológicas seguidas para el cumplimiento de los objetivos del Trabajo Especial de Grado fueron:

FASE I: Diagnóstico de la Topología de Red Actual

Se realizó la evaluación de la topología actual de la red telefónica de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, con el fin de poder diseñar la propuesta en función de la plataforma ya existente.

Principales actividades:

- Revisión del material bibliográfico referente a la topología actual de la red telefónica de la Corporación CANTV
- Análisis de información adquirida

- Asentamiento de las características principales de la topología de la red actual, señalando sus fortalezas y debilidades.

FASE II: Selección de las aplicaciones técnicas

Selección de las aplicaciones de software y hardware adecuadas para la plataforma de Software Libre, definiendo los requerimientos tanto para la Gerencia como para los usuarios.

Principales actividades:

- Selección de la Central Telefónica Privada (PBX)
- Selección del Sistema Operativo
- Selección del Teléfono de Software (Softphone) a utilizar.

FASE III: Diseño del Modelo de Red de VoIP

Elaboración del Diseño del Modelo de Red de VoIP, basado en la plataforma actual de telefonía fija de la Corporación CANTV.

Principales actividades:

- Establecimiento de la topología de red a utilizar
- Configuración de la central telefónica
- Configuración de los servicios de telefonía
- Conformación de troncales
- Instalación de herramienta para tarificación
- Presentación de costos de implementación.

FASE IV: Establecimiento de ventajas y desventajas

Determinación de las ventajas y desventajas que el modelo de red posee, tomando en cuenta los usuarios que forman parte de la red y la compañía prestadora del servicio.

Principales actividades:

- Estudio exhaustivo del modelo de red VoIP
- Establecimiento de las ventajas y desventajas

- Presentación de posibles soluciones para los inconvenientes que la red posea.

FASE V: Validación de la propuesta

Utilización de herramientas tangibles que permitan probar y validar el funcionamiento del modelo de red.

Principales actividades:

- Establecimiento de distintos escenarios
- Realización de las pruebas.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel abordado en el trabajo fue descriptivo – aplicativo, para dar respuestas a los diferentes objetivos de la investigación, enmarcada en los criterios que permiten definir la manera de cómo se recolecta la información, sirviendo de base para la delimitación de la investigación.

El nivel fue descriptivo, porque se proporcionaron específicamente las características del modelo, en tal sentido, Hernández, Fernández y Baptista (2003) señalan que: “...lo descriptivo busca especificar características y rasgos importantes de cualquier fenómeno” [7]. Fue aplicativo, debido a que con la elaboración del modelo, se proporciona una posible solución a un problema o necesidad de tipo práctico, involucrando herramientas dirigidas a cubrir determinadas necesidades. Al respecto Ander-Egg (1995) expresa que lo aplicativo aduce a lo constructivo o utilitario y a la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. [8].

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se definió como proyecto factible, por ser sustentada en una proposición de modelo operativo factible, orientado a resolver un problema

planteado o a satisfacer una necesidad específica de la Compañía Anónima Teléfonos de Venezuela y que a mediano plazo hará posible que el 25 por ciento de la población venezolana pueda acceder al servicio de telefonía fija.

El Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2003) expresa que un Proyecto Factible:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”. [9]

La investigación también se apoyó en un estudio documental, ya que se necesitó la obtención y el análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de materiales para el razonamiento coherente de la indagación del tópico a desarrollar, en tal sentido, el Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2003) señala que este tipo de investigación consiste en:

“El estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con el apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados, por medio impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor”. [9]

Así mismo, el proyecto se definió de Campo, porque fue efectuado en el lugar y tiempo donde ocurrieron los fenómenos a objeto en estudio. Según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2003), la investigación de campo se entiende por:

“El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoque de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Sin embargo, se aceptan también estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por los estudiantes, siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados; o cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas, y en general, la recolección y organización de datos publicados para su análisis mediante procedimientos estadísticos, modelos matemáticos, econométricos o de otro tipo. [9]

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Arias Fideas (1999), en su obra Proyecto de Investigación, expresa que: “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. [10]

Las técnicas utilizadas en este trabajo, en función del logro de los objetivos, fueron:

- Revisión bibliográfica, lográndose a través de ella, obtener valiosa información, de particular importancia en el desarrollo de la investigación. Según Best (1996), ésta técnica hace referencia a que “el análisis de documentos es el examen sistemático de informes o documentos como fuentes de datos”.
- La observación, de fundamental importancia para el estudio de la investigación. Al respecto, Bernal (2000) indica que, “...permite recolectar información directa y confiable” [11]. Esta técnica permitió estar presente y vivir el proceso, de manera de tener una visión amplia y completa de lo que ocurría. Fue aplicada mayormente en el lugar donde

ocurrían los hechos. Se tomaron en cuenta todos los elementos que de una u otra forma guardaban relación con la investigación.

Se efectuó una observación de tipo participante directa.

- La entrevista, del tipo no estructurada, realizándose de manera informal, por tener la característica de ser flexible y abierta, adquiriendo características de conversación, permitiendo así obtener datos directos de las personas que formaron parte del proceso. Aunque los objetivos de la investigación rigieron a las preguntas, su contenido, orden, profundidad y formulación se encontraron por entero en manos de entrevistador.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE LA TOPOLOGÍA DE RED ACTUAL

4.1.1. Características del canal telefónico

Las redes de telecomunicaciones que comenzaron con lo que hoy en día se conoce como Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network) y cuyo servicio principal es el telefónico, también conocido como Servicio Telefónico Ordinario Antiguo (POTS, Plain Old Telephone Service), originalmente diseñadas y construidas para prestar servicios de voz, han venido evolucionando y adaptándose para ofrecer también servicios de datos.

Las frecuencias perceptibles por el hombre para el sonido se encuentran entre los 20 y 20.000Hz. Un canal para transmisión de sonido de alta fidelidad, debe tener un ancho de banda que permita pasar todas las frecuencias sin recortarlas.

Cuando dos abonados de una red telefónica se comunican entre sí, se establece entre ellos un canal de comunicación, es decir, un canal telefónico, el cual sólo permite frecuencias entre 300 a 3.400Hz, lo que implica que son filtradas todas las frecuencias inferiores a los 300Hz y superiores a los 3.400Hz, quedando un ancho de banda de 3.100Hz.

La línea que va desde el terminal de usuario hasta la central local, es decir, el bucle de abonado, está constituido por un par de hilos de cobre, por los cuales se propaga la señal en ambos sentidos de transmisión.

Cuando se establece una llamada, los recursos utilizados en ella, tanto físicos como temporales, quedan dedicados de forma exclusiva a la misma y no pueden ser utilizados por otros usuarios, ni siquiera cuando no se está transmitiendo ninguna información a través del canal telefónico asignado.

La señalización entre el usuario y la red, también se realiza a través del bucle de abonado, aunque con su evolución ha permitido la introducción del sistema de señalización por canal común entre las centrales, es decir, se utiliza una red especializada, distinta a la empleada para la transmisión de la información de usuario.

4.1.2. Transmisión de datos a través de la red telefónica

Con la aparición del computador personal, se dio pie a una gran demanda de la transmisión de datos a grandes distancias, mediante el empleo de módems.

La red telefónica de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela - CANTV, pensada inicialmente para la transmisión de voz, hoy en día puede también transportar datos, a través de fax o de la conexión de internet, por medio de un módem acústico. CANTV, ha trabajado en el desarrollo de métodos para la mejora y el aprovechamiento de la Red Telefónica Básica, con el fin de obtener mayores velocidades, entre los que se pueden mencionar:

- La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), con velocidades desde 128Kbps en el acceso básico y 2Mbps en el acceso primario.
- Las tecnologías xDSL, con velocidades por encima de los 20Mbps. Las principales tecnologías de este tipo son: a) Línea de abonado digital de alta velocidad binaria (HDSL, High bit rate Digital Subscriber Line), b) Línea de abonado digital simétrica (SDSL, Symmetric Digital Subscriber Line), c) Línea de abonado digital asimétrica (ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line) y d) DSL de muy alta tasa de transferencia (VDSL, Very High bit-rate Digital Subscriber Line).

4.1.3. Topología de la PSTN

La arquitectura básica de la PSTN se compone de equipos terminales de abonados y lazos locales, centrales de conmutación, un sistema de transmisión y un sistema de señalización.

La red de CANTV, tiene una estructura jerárquica, es decir, multinivel para manejar el tráfico de voz. Cuenta con cinco niveles: plano local, plano tándem, plano Larga Distancia Nacional (LDN) zona, plano Larga Distancia Nacional (LDN) región y plano Larga Distancia Internacional (LDI) (Figura 3).

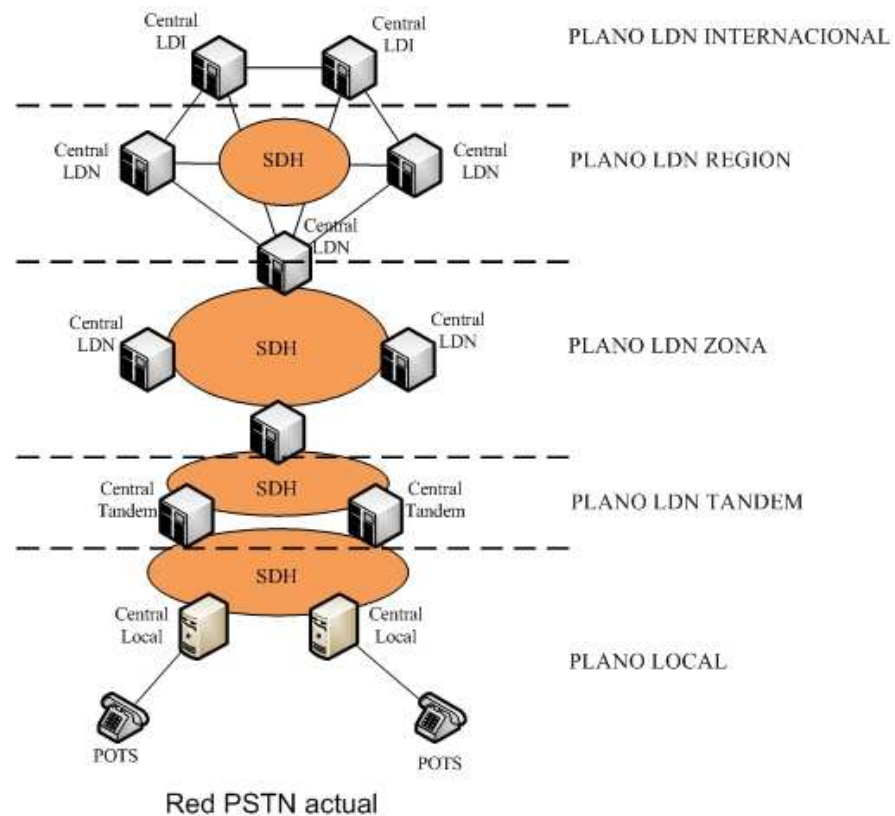


Figura 3. Estructura jerárquica de la red PSTN actual en CANTV 2006, Gerencia de Arquitecturas de Redes y Sistemas de CANTV

Una red jerárquica, se puede definir como el conjunto de estaciones de abonado y centrales automáticas unidas entre sí, de forma que cada una de ellas depende de sólo la que se encuentre superior a ella. La red jerárquica posee un control distribuido, en donde los servicios residen en los nodos centrales locales.

En la red jerárquica, la información recorre los nodos desde el origen en forma ascendente y luego descendente hasta llegar al nodo destino. Lo que permite usar caminos redundantes y rutas óptimas.

Entre las características más relevantes del modelo de red actual en CANTV, se mencionan:

- Recursos de transporte basados en circuitos dedicados
- Control de llamadas, distribuido en cada centro de conmutación
- Coexistencia de Redes de Datos conmutadas, dedicadas y de forma incipiente empaquetadas
- Bajo nivel de integración de gestión y de agregación de servicios
- Red de transporte basada en la tecnología ATM/SDH/PDH.

4.1.3.1. Plano Local

El plano local, constituye el punto de reunión entre las líneas de los clientes de todos los equipos terminales telefónicos en un área determinada, por lo que representa el nivel que abarca todas las centrales directamente conectadas con los abonados.

4.1.3.2. Plano Tándem

El hecho de unir todas las centrales locales entre sí, resulta un tanto complicado, por lo que se utiliza un nivel superior de conmutación, llamado Central Tándem, que al estar conectada con una cierta cantidad de centrales locales, permite la interconexión de equipos terminales telefónicos pertenecientes a éstas.

4.1.3.3. Plano LDN zona

Las centrales que se encuentran ubicadas en este plano se consideran Centrales de Tránsito, ya que están encargadas de manejar el tráfico entre puntos pertenecientes a la misma área de forma automática. Son centrales digitales y tienen uniones con Centrales Tándem, sin necesidad de disponer de abonados propios.

4.1.3.4. Plano LDN región

El Plano LDN región, lo conforman aquellas centrales encargadas de realizar llamadas entre centrales LDN zona, pertenecientes a distintas localidades, que se conectan entre sí, formando una conexión entre las redes de tipo malla.

4.1.3.5. Plano LDN Internacional

Las centrales pertenecientes a este plano, tal cual como su nombre lo indica, tienen como responsabilidad, manejar el tráfico telefónico entre distintos países, siendo las centrales de Larga Distancia Nacional región las que se conectan.

4.1.4. Elementos de la PSTN

La Red Telefónica Pública Conmutada, está conformada por una serie de elementos, donde cada uno desempeña ciertas funciones determinantes para poder establecer la comunicación entre dos abonados, entre los cuales se encuentran: conmutador, señalización, transmisión, gestión, datos, equipos terminales y servicios.

4.1.4.1. Conmutador

El equipo de conmutación se encarga de establecer las conexiones necesarias para encaminar o dirigir la comunicación, a través de la red telefónica, hacia su destino correcto por la vía más adecuada.

4.1.4.2. Señalización

La señalización, es la encargada del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión, necesarias para realizar la conmutación. Es un proceso complejo pero muy útil, que ha proporcionado excelentes resultados en la utilización de la PSTN.

Los protocolos de señalización utilizados en la plataforma de CANTV son:

- R2, sistema de señalización asociado al canal, siendo una señalización entre centrales telefónicas
- SS7, sistema de señalización por canal común N° 7, usado entre nodos y operadores.

4.1.4.3. Transmisión

La Transmisión, como su nombre lo indica, hace referencia al proceso de transmisión del mensaje del abonado y de las señales de control por medio del canal. Es el medio físico que conduce las señales portadoras de voz o datos por la red, así como también los equipos electrónicos del medio. El medio físico de transmisión puede ser, el aire, cable coaxial, fibra óptica, cable de cobre, etc.

Todos estos medios de transmisión señalados, son utilizados por CANTV, pero el que mayor relevancia y participación tiene en sus plataformas tecnológicas, es la Fibra Óptica.

4.1.4.4. Gestión

Los elementos de gestión, mantienen atención constante sobre los elementos que conforman la PSTN. Suministra dispositivos automatizados, centralizados y accesibles para la configuración de los elementos de la red. Además, mejoran la administración de los recursos de conmutación y transmisión, haciendo eficiente el mantenimiento preventivo y correctivo de la Red.

CANTV, utiliza una Red de Control Digital (DCN, Digital Control Network) para el monitoreo de sus redes, con la ventaja de que se puede acceder remotamente.

4.1.4.5. Datos

La red de datos ofrece al centro de control, el poder de comando sobre los equipos electrónicos. Almacena información sobre el funcionamiento de los equipos que forman parte de la red. Además entrega los reportes de cada llamada telefónica a las plataformas de facturación y procesamiento.

4.1.4.6. Equipos terminales

Los equipos terminales son propiedad de los clientes. Los hay de distintos tipos, desde los más simples, teléfonos convencionales, equipos de fax, computadoras personales, hasta un complejo sistema de central telefónica privada (PBX) para el servicio de telefonía interna en una empresa.

4.1.4.7. Servicios

La Red PSTN de la Corporación CANTV, ofrece distintos servicios, entre los cuales se pueden mencionar: llamadas a larga distancia nacional e internacional, internet, correo de voz, servicios especiales, identificador de llamadas entrantes, entre otros.

4.1.5. Inconvenientes de la PSTN

Si bien la red PSTN es muy efectiva y útil en la conmutación de llamadas de voz, el desarrollo tecnológico y las necesidades del mercado, han llevado a pensar en proponer un cambio hacia una red por medio de la cual, la voz sea una aplicación en lo alto de una red de datos. Todo esto debido a distintas razones, entre las que se pueden mencionar:

- La sustitución de la voz como tráfico principal por los datos, en algunas redes construidas en un principio para transportar voz de manera eficaz. Los datos poseen diferentes características, como, la utilización variable del ancho de banda y la demanda de un ancho de banda superior.
- La búsqueda por parte de las operadoras por atraer más clientes, a través de nuevos servicios y aplicaciones.
- Los datos, la voz y el video no pueden converger en la red PSTN, tal cual y como está construida actualmente. Con sólo una línea analógica, en la mayoría de los casos no se puede tener acceso a datos, acceso telefónico y acceso a video, a través de un módem de 56Kbps.
- La arquitectura construida para la voz no es suficientemente flexible para transportar datos, lo que en la actualidad se ha convertido en una gran prioridad para el mercado empresarial y en una necesidad para el mercado residencial, tal como lo demuestra el desarrollo de Internet y los servicios orientados a Banda Ancha.

Por lo tanto, la red desarrollada para la telefonía no ha evolucionado de manera considerable en el transcurrir de los años, tiempo en el cual los avances en redes desarrolladas para datos han sido importantes, tanto en fiabilidad, capacidad, calidad, servicios, confiabilidad, facilidades y costos.



4.2. FASE II. SELECCIÓN DE LAS APLICACIONES TECNICAS

4.2.1. Software PBX

Luego del extraordinario crecimiento y popularidad que los servicios de voz sobre protocolo Internet han experimentado, se ha presentado una gran demanda por parte de las empresas en adoptar dichos sistemas telefónicos para sus negocios.

La Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, requiere que su sistema de red de VoIP sea accesible, económico, controlado, que brinde la mayor cantidad de servicios y principalmente, que logre cumplir la expectativas de los usuarios. Es por esto, que se efectuó una investigación documental acerca de los programas (software) de centrales telefónicas disponibles en el mercado, para así ubicar y utilizar el que presentara las principales características de una PBX, el que ofreciese servicios atractivos y además, el que se considerase conveniente para la Corporación.

A continuación, se presenta una tabla (Tabla 5) con los programas PBX obtenidos de la investigación documental realizada.

Software	Principales Características	Sistema Operativo	Disponibilidad
 Axon Virtual PBX System	Para gestionar llamadas dentro de un entorno empresarial o centro de comunicaciones con tecnología VoIP. Administra llamadas internas y externas. Llamada en espera, grabación de mensajes. Número ilimitado de extensiones o líneas externas. Protocolo SIP.	Microsoft Windows. Linux GTK 2.08	Gratis
 pbxnsip	Transferencia de llamadas. Llamadas desde cualquier ubicación. Llamada en conferencia. Correo de voz. Disponibilidad de gran número	Microsoft Windows 2000. Linux RHEL. SuSE10.	Gratis




	de equipos de VoIP.	Debian 3.1	
SEAQ VoIP PBX	Compatibilidad con sistemas existentes. Acceso al correo de voz por medio de Internet. Respuesta Automática. Música en espera. Conferencia.	GNU Linux	Gratis
			
Asterisk	Aplicación de software libre de una central telefónica. Incluye buzón de voz, conferencias, distribución automática de llamadas, etc. Protocolos SIP, H.323, IAX y MGCP. Puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como Gateway entre ambos.	GNU Linux. BSD. MacOSX. Solaris.	Gratis
			
Ondo PBX	Sistema de telefonía por Internet, manejable a través de una página web. Incluye salas de conferencia, selección automática, transferencia, monitoreo y grabación de llamadas. Compatibilidad con teléfonos IP, gateways y proveedores de servicios.	Microsoft Windows 2000 /XP. Red Hat. Linux. Solaris 10	Software Propietario
			

Tabla 5. Características de PBX por Software

La selección del programa (software) a utilizar en el modelo de red de VoIP, implicó una evaluación detallada de cada una de las PBX listadas en la

tabla antes mencionada, de forma que la decisión a tomar fuese la que mejor oportunidades y fortalezas le proporcionara a la red. Tomando esto en cuenta, el programa seleccionado para la central telefónica privada resultó ser Asterisk, principalmente por ser una implementación totalmente gratis, de código abierto, que permite adaptarlo a cualquier sistema que ya se esté utilizando en la empresa sin que su fabricante, modelo o compatibilidad sea un inconveniente.

Asterisk incluye funcionalidades de las más costosas alternativas de código cerrado. Pero el aspecto más importante y que lo hace resaltar entre los demás, es la cantidad de protocolos y códecs que soporta (Tabla 6).

Protocolos	Códecs Audio
IAX2	G.729
SIP	GSM
Skinny	ILBC / Speex
MGCP	G.722 / G.723
H.323	G.711a / G.711u
	ADPCM
	G.726
	LPC10

Tabla 6. Protocolos y Códecs soportados por Asterisk

Otro aspecto importante, de considerable influencia en la selección de Asterisk, fue la cantidad de usuarios y seguidores que dicha PBX posee por todo el mundo (Figura 4), el afianzamiento como símbolo de VoIP y el apoyo que tiene en Internet, foros, portales y libros.

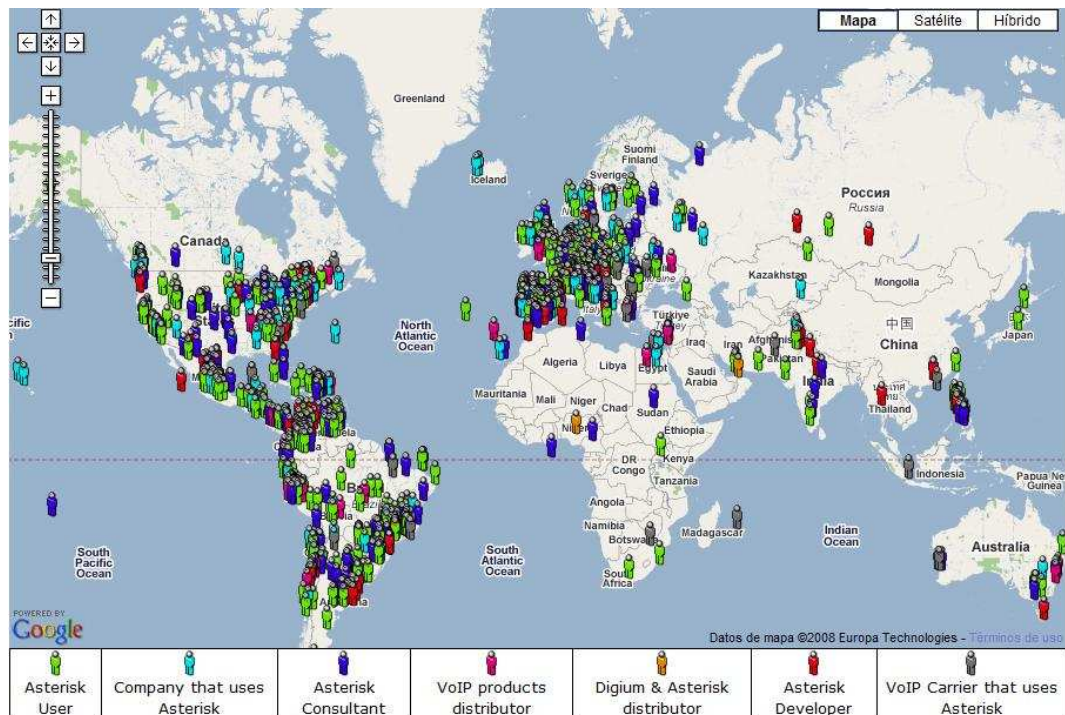


Figura 4. Mapa Mundial de usuarios Asterisk
2008, Página Web <http://asteriskcounter.sinologic.net/map.php>

4.2.1.1. Beneficios de Asterisk

Funcionalidad: Asterisk dispone de todas las funcionalidades de las grandes centralitas propietarias, como Cisco, Avaya, Alcatel, Siemens, entre otras. Ofrece servicios desde los más básicos, como desvíos, capturas, transferencias y multi conferencia de llamadas, hasta los más avanzados, como, buzón de voz, Respuesta de Voz Interactiva (IVR), entre otros.

Escalabilidad: El sistema permite dar servicio desde pocos usuarios en una sede de una pequeña empresa, hasta muchos de una multinacional, repartidos en múltiples sedes.

Competitividad en costo: No sólo por ser un sistema de código abierto (Open Source) sino gracias a su arquitectura, utiliza plataforma servidor estándar (de propósito no específico) y tarjetas PCI para las interfaces de telefonía, que por la competencia del mercado se han ido abaratando progresivamente.

Interoperabilidad y Flexibilidad: Asterisk ha incorporado la mayoría de estándares de telefonía del mercado, tanto los tradicionales (TDM) con el soporte de puertos de interfaz analógicos (FXS y FXO) y RDSI (básicos y primarios), como los de telefonía IP (SIP, H.323, MGCP, SCCP /Skinny). Esto le permite conectarse a las redes públicas de telefonía tradicional e integrarse fácilmente con centralitas tradicionales (no IP) y otras centralitas IP (Figura 5).

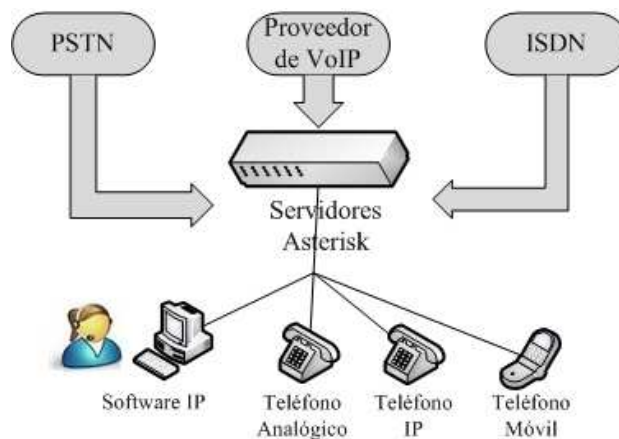


Figura 5. Versatilidad de Asterisk

4.2.1.2. Características de llamadas Asterisk

Asterisk es capaz de funcionar como cualquier central tradicional e incorporar todas sus funcionalidades.

Provee como estándar funcionalidades típicas de llamadas:

- Identificador de llamadas
- Llamada en espera
- Transferencia de llamadas

Soporta funcionalidades avanzadas como:

- Buzón de voz
- Sala de conferencia, hasta diez personas simultáneamente
- Respuesta vocal interactiva (IVR)
- Encaminamiento en función de la identificación de llamada
- Sistema de menú en pantalla ADSI

- Autenticación de usuarios
- Listas negras
- Detalle y registros de llamadas
- Desvío de llamadas si la extensión se encuentra ocupada o no responde
- Monitoreo de llamadas
- Grabación de llamadas
- Recuperación de llamadas
- Almacenamiento y recuperación de bases de datos
- Discado por nombre
- Llamadas de emergencia
- Lógica flexible de extensiones
- Presentación interactiva de directorio
- Macros
- Música en espera, sistema flexible basado en formato mp3
- Reproducción aleatoria o lineal, control de volumen
- Conversión de protocolos
- Captura de llamada remota
- Soporte de oficina remota
- Extensiones móviles (Roaming)
- Mensajería SMS
- Videoconferencias
- Fecha y hora
- Trunking entre centrales
- Gateway VoIP
- Indicadores visuales y sonoros de mensajes en espera de consulta
- Tono de marcado entrecortado para mensaje en espera
- Notificación de correos de voz al correo electrónico
- Interfaz web para acceso a los buzones
- Integración de fax

Combinando la gran cantidad de funcionalidades que ofrece el sistema Asterisk a los usuarios, se pueden construir aplicaciones tan complejas o

avanzadas como se desee, sin incurrir en altos costos y con más flexibilidad que en cualquier sistema de telefonía existente.

4.2.1.3. Requerimientos de Hardware

Para funcionar como central telefónica de sistemas de VoIP, Asterisk sólo necesita ser instalado en un equipo servidor con el sistema operativo que se elija. Permitiendo así contar con una solución de VoIP económica, al implantarse sobre servidores con arquitectura de hardware estándar PC, frente a soluciones con hardware propietario.

Prácticamente cualquier computador de hoy en día puede servir para usarse como servidor Asterisk, con más de doscientas extensiones. Sistemas con agrupación de computadores unidos mediante una red (cluster), son recomendados para cuando la demanda sobrepasa las ochocientas extensiones. El número de extensiones puede incluso aumentarse modificando el ancho de banda del códec a utilizar y alguno que otro parámetro, pudiéndose alcanzar hasta las mil quinientas extensiones por servidor.

Las mínimas características de Hardware recomendadas por Digium, la empresa creadora de Asterisk, para la instalación del software PBX Asterisk, son las siguientes:

- Procesador Pentium II de 500MHZ
- Disco Duro de 10GB
- Memoria RAM: 128MB

Los requerimientos están directamente relacionados con el uso y la carga que se le dará a la central telefónica. Por lo tanto, contando con un equipo que posea un hardware de mejores características, se obtendrán mejores resultados a mayor carga de llamadas y usuarios.

4.2.2. Sistema Operativo

Asterisk es una implementación de código abierto para central telefónica (PBX, Private Branch Exchange o Private Business Exchange). Cuenta con doble licencia, GNU/GPL y licencia propietaria. Esta última es con el objeto de poder incluir soporte para el protocolo G.729, el cual está sujeto a las limitaciones de una patente, aunque el codificador correspondiente funciona indistintamente con una u otra versión.

Asterisk es capaz de soportar y funcionar sobre múltiples sistemas operativos como BSD (Berkeley Software Distribution, Distribución de Software Berkeley), MacOSX, Solaris, Linux y Microsoft Windows.

La versión libre de Asterisk incluye todas las funcionalidades de las más costosas alternativas de código cerrado, como lo son correo de voz, llamada en conferencia, respuesta interactiva de voz y distribución automática de llamadas.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, tanto el software como el sistema operativo del servidor, deben estar basados en la filosofía de Software Libre, por lo que fue descartado el uso de MacOSX, Solaris y Microsoft Windows. En función a esto, Linux brinda propiedades compatibles con las necesidades que se buscan para el sistema nativo del servidor, quedando sólo definir la distribución que se adaptará mejor a dichas necesidades.

Asterisk posee una herramienta que agrega facilidad en su manejo, dicha herramienta es Trixbox.

Trixbox es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, que tiene la particularidad de ser un administrador visual PBX por software, basada en la PBX de código abierto Asterisk.

Como cualquier PBX, permite interconectar teléfonos internos de una compañía y conectarlos a la red telefónica convencional (RTB – Red Telefónica Básica).

Trixbox, no sólo soporta conexión a la telefonía tradicional, sino que también ofrece servicios de Voz sobre IP. Además, posee características que antes sólo estaban disponibles en sistemas propietarios muy costosos.

Entre las principales características de Trixbox, se pueden destacar las siguientes:

- Respuesta vocal interactiva (IVR): es una herramienta que permite la creación de una contestadora automática en una línea particular, con la finalidad de recoger y dar datos de solicitudes y re direccionar llamadas de ser necesario, sin necesidad de tener un personal dedicado a este trabajo.
- Integración con cliente de correo electrónico (Outlook): esta herramienta identifica la llamada entrante y compara con los contactos almacenados en el cliente de correo electrónico, y si existe alguna coincidencia se muestra una ventana con el nombre de la persona quien llama.
- Buzón de voz: ofrece cuatro formas de almacenar mensajes, presionando un botón en el teléfono, discando remotamente desde cualquier teléfono, recibiendo archivos con formato de audio (.wav) adjuntos en el correo electrónico o escuchando a través del panel de control de la página web.
- Panel de control web: ofrece una interfaz web de fácil uso, con un panel de administrador para manejar todos los aspectos del Trixbox remotamente y un panel de usuario que permite manejar las configuraciones personales (escuchar mensajes de voz, responder llamadas, entre otras) desde cualquier lugar.
- Reportes y monitoreo: permite analizar en tiempo real los registros de llamadas para cualquier extensión, utilizando poderosos filtros y parámetros de búsqueda, ofreciendo además reportes de gastos.

En tal sentido, Trixbox es una herramienta que brinda múltiples ventajas, tanto para usuarios finales como para los administradores del sistema, por lo que se consideró de mucha importancia la integración de este servicio a la plataforma de Asterisk.

Trixbox fue diseñado bajo software libre con licencia GNU basada en la distribución Centos y por estar creado bajo Linux, permite correrlo bajo cualquier distribución del sistema operativo, sin embargo, el soporte técnico solo es dado para la distribución antes mencionada. Por otra parte, la instalación de Trixbox bajo cualquier sistema GNU/Linux, es un proceso que resulta bastante complejo, tomando esto en cuenta se dejó bajo Centos.

Una vez definida la distribución base para correr Trixbox, se analizó cual plataforma sería la adecuada para el acoplamiento entre Asterisk y Trixbox. En función a esto, si se seleccionaba Centos como sistema nativo para Asterisk era lógico pensar que el acoplamiento entre los dos software no debía tener mayor complicación, sin embargo, surgía la interrogante de si sería una buena distribución para ser utilizada como un servidor en producción.

Centos, es un clon a nivel binario de la distribución Red Hat Enterprise Linux, compilado por voluntarios a partir del código fuente liberado por Red Hat, empresa desarrolladora de RHEL. Es una distribución que con el tiempo ha adquirido gran importancia en empresas de servidores web por su estabilidad, sencillez y flexibilidad. Resulta ser una buena distribución para servidores en producción, ya que a través de determinados comandos se pueden descargar paquetes de internet, con la ventaja de resolución de dependencias.

Finalmente, luego de investigar acerca de las características de cada sistema operativo, para así poder determinar el más conveniente para el servidor, se decidió que la distribución GNU/Linux Centos era la que mejor se adaptaba a las necesidades.




4.2.3. Software Telefónico (Softphone)

La palabra Softphone proviene de la combinación en inglés de Software y Telephone. Un Softphone, es un software que realiza la simulación de un equipo telefónico convencional por computadora, por lo que permite utilizarla para hacer llamadas telefónicas a través de Internet.

Para esto, se debe contar con una confiable conectividad a Internet, un proveedor de servicio de telefonía por Internet y un computador con micrófono y altavoz o auricular.

Normalmente, el Softphone está diseñado para comportarse como un teléfono tradicional, presentado la imagen de un teléfono, con un panel de visualización y botones para que el usuario pueda interactuar.

En la tabla a continuación (Tabla 7), se muestran algunos software telefónicos con sus respectivas características, funcionalidades, códecs compatibles y ambiente de desarrollo. Cabe destacar que todas las aplicaciones allí listadas poseen disponibilidad gratuita.

Software Telefónico	Principales características	Códex que soporta	Sistema Operativo
<p>AdoreSoftphone</p> 	<p>Conversación simultánea. Multilinguaje. Temporizador de llamada. Libreta de direcciones. Control de volumen del auricular y altavoz.</p>	<p>G.729</p>	<p>Microsoft Windows</p>
<p>X-Lite</p> 	<p>Seis conversaciones simultáneas. Línea de transferencia de datos. Lista de números recientes. Identificación de llamadas. Función manos libres. Tiempo de llamada. Función de control de volumen. Videoconferencias. Música en espera.</p>	<p>GSM G.711 G.723 iLBC Speex G.729 ADPCM</p>	<p>GNU/Linux. MacOSX. Microsoft Windows.</p>
<p>ZoIPer</p> 	<p>Seis números de líneas modificables. Multilinguaje. Cancelación de eco. Registro automático de usuarios. Registro de llamadas. Libreta de direcciones.</p>	<p>GSM G.711 iLBC Speex</p>	<p>GNU/Linux. MacOSX. Microsoft Windows.</p>



<p style="text-align: center;">Ekiga</p> 	<p style="text-align: center;">Videoconferencia. Conversaciones de voz y datos. Libreta de direcciones. Transferencia de llamadas. Uso para varias cuentas.</p>	<p style="text-align: center;">GSM G.711 G.726 Speex</p>	<p style="text-align: center;">GNU/Linux</p>
<p style="text-align: center;">WengoPhone</p> 	<p style="text-align: center;">Videoconferencia. Conversaciones de voz y datos. Soporte para cámara web. Libreta de direcciones.</p>	<p style="text-align: center;">Speex iLBC GSM PCMu PCMA AMR AMR-WB</p>	<p style="text-align: center;">GNU/Linux. MacOSX. Microsoft Windows.</p>

Tabla 7. Características de Softwares Telefónicos

La investigación apuntó que X-Lite, era la mejor aplicación de software telefónico, por sus atributos inherentes, por lo que fue el elegido para el desarrollo del proyecto.

Cabe destacar que en el mercado existen otros software telefónicos además de los aquí presentados. Un usuario que cuente con un proveedor de servicios de Telefonía IP, estará en libertad de escoger el que mejor se adapte a sus necesidades y preferencias, teniendo en cuenta la compatibilidad entre los códecs que utiliza la red de VoIP y los soportados por el Softphone, así como también el sistema operativo utilizado.

4.3. FASE III. DISEÑO DEL MODELO DE RED

4.3.1. Topología del Modelo de Red

La principal característica que hace que la Red Telefónica Conmutada sea confiable y robusta, es la jerarquización de los elementos, permitiendo el uso óptimo de los recursos de red, ya que una llamada pasa de un nivel a otro sólo si es estrictamente necesario, obteniéndose una distribución organizada del tráfico telefónico.

Por otra parte, la evolución y mejoras en los diversos medios de comunicación (fibra óptica, inalámbrico, radioenlace, entre otros) ha permitido que cada vez más usuarios puedan interconectarse a una red mundial (Internet) desde casi cualquier parte del mundo.

Partiendo de lo anterior, se puede modelar un sistema híbrido que utilice las bondades de cada red, sustituyendo de esta forma las costosas centrales telefónicas por servidores Asterisk y utilizando la red IP para tener mayor movilidad y acceso. En la Figura 6, se muestra un esquema general del modelo de red.

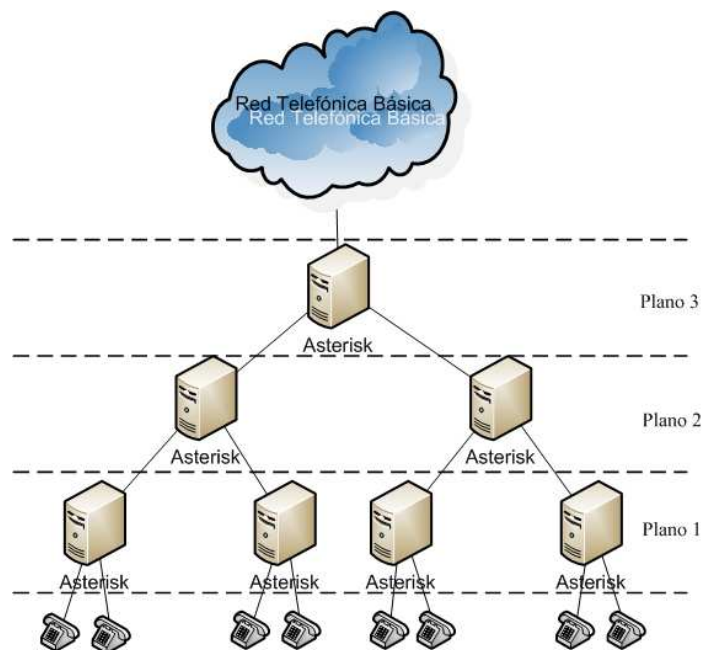


Figura 6. Estructura Jerárquica del Modelo de Red

El funcionamiento del modelo de red, es el siguiente:

- Los servidores al igual que la Red Telefónica Básica se encuentran distribuidos en diferentes niveles o planos.
- Cada plano representa un nivel jerárquico, de forma que un servidor se comunica con el próximo nivel, sólo si es necesario.
- El proceso de direccionamiento en cada servidor básicamente dependerá del número o patrón de marcado según la configuración del mismo, es decir, al iniciar una llamada el servidor leerá el número y determinará si la extensión se encuentra bajo su dominio o debe enviarla a un plano superior.
- Un clúster permitirá que el servicio telefónico no se interrumpa en caso de que un servidor Asterisk falle, ya que los equipos del clúster comparten una serie de servicios y se monitorean entre ellas constantemente, de forma que si un servidor deja de operar es sustituido automáticamente por otro equipo que se hace cargo de arrancar los servicios.
- Cada usuario de la red podrá hacer y recibir llamadas de la Red Telefónica Básica.
- Los servidores del Plano 1, contarán con un software de tarificación que brinde información sobre cada movimiento telefónico de los usuarios asociados a él.
- La cantidad de abonados de la red dependerá fundamentalmente de la interfaz entre el Plano 3 y la Red Telefónica Básica.
- Este modelo puede repetirse múltiples veces (Figura 7), dependiendo de los requerimientos de la zona en la cual se implemente.
- La interconexión entre redes o servidores del Plano 3, se realizará mediante la Red Telefónica Básica, utilizando las bondades que ésta presenta (Figura 7).
- La línea punteada en la Figura 7, representa una ruta de redundancia que es una vía alterna por el cual se transmite el flujo de información en caso de que una de las líneas principales con salida hacia la Red Telefónica Básica falle. Estas rutas son necesarias cuando se presta servicio de telefonía fija, ya que se requiere de un servicio de alta disponibilidad.

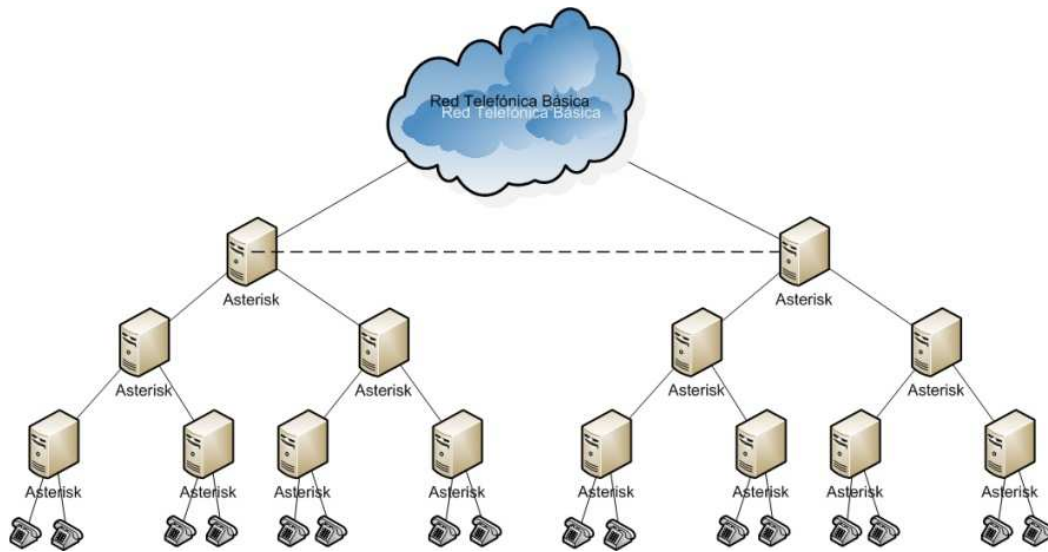


Figura 7. Diseño general del modelo de red

4.3.2. Cálculo de la cantidad de abonados

Anteriormente se mencionó que el número total de usuarios interconectados por segmento de red depende directamente de la interfaz utilizada entre el Plano 3 y la Red Telefónica Básica.

La empresa Digium, ha diseñado un grupo de tarjetas para la conexión exclusiva entre un servidor y la Red Telefónica Conmutada, a través de una o varias líneas E1. Entre las principales características de dichas tarjetas se pueden mencionar las siguientes:

- Una conexión empleada para la transmisión de líneas dedicadas, conformada por 32 canales de 64Kbps cada uno, formando así un ancho de banda total de 2.048Mbps.
- El formato de enlace destina 30 canales para el transporte de información de voz o datos y los otros 2 canales para sincronismo y señalización.
- Posibilidad de combinar varias líneas E1, permitiendo lograr obtener mayor número de canales en sistemas que requieran una expansión de enlaces para la transmisión.

Siguiendo esto, se seleccionó la tarjeta de mayor capacidad hasta el momento, el modelo TE420 (Figura 8), con la cual se pueden conectar cuatro líneas E1 en paralelo, obteniéndose así 120 canales de información, más 8 para señalización y sincronismo. Y haciendo una distribución equitativa, se tienen 60 canales de salida y 60 de entrada.



Figura 8. Tarjeta Digium TE420
2008, Página web <http://www.digium.com>

Según las políticas de calidad internas del servicio telefónico en la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, la Red debe tener una probabilidad de fallo del 0,01%, es decir, de cada diez mil llamadas que un usuario realice sólo una puede fallar.

La Tabla Erlang B, establece el tráfico de un sistema, considerando la probabilidad de pérdida de una llamada como el evento de que no pueda concretarse por causa de congestión o la ocupación de todos los canales telefónicos, expresándose en grado de servicio EB.

Con la ayuda de una página web, se generó la Tabla Erlang B para una probabilidad de pérdida del 0,01% y 60 canales, el resultado obtenido se encuentra a continuación (Tabla 8).

N° de Canales	Tráfico Erlang	N° de Canales	Tráfico Erlang	N° de Canales	Tráfico Erlang	N° de Canales	Tráfico Erlang
1	0	16	5,3	31	14,9	46	25,8
2	0	17	5,9	32	15,6	47	26,5

3	0	18	6,4	33	16,3	48	27,3
4	0,2	19	7,0	34	17,0	49	28,1
5	0,4	20	7,7	35	17,7	50	28,8
6	0,7	21	8,3	36	18,4	51	29,6
7	1,0	22	8,9	37	19,1	52	30,3
8	1,4	23	9,5	38	19,9	53	31,1
9	1,8	24	10,2	39	20,6	54	31,9
10	2,2	25	10,8	40	21,3	55	32,7
11	2,7	26	11,5	41	22,1	56	33,4
12	3,2	27	12,2	42	22,8	57	34,2
13	3,7	28	12,8	43	23,5	58	35,0
14	4,2	29	13,5	44	24,3	59	35,8
15	4,7	30	14,2	45	25,0	60	36,6

Tabla 8. Tabla Erlang B con Probabilidad de fallo de 0,01% para 60 canales
2008, Página web <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/mtaula.htm>

Tráfico en Erlang del sistema = 36,6 E

Para determinar cuántos usuarios se pueden conectar al sistema, es necesario conocer el promedio de duración de una llamada. Haciendo referencia al informe entregado por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, titulado: “Telefonía Fija Local y Rural Indicadores Años 2000 – 2008” (Anexo A), se obtienen los siguientes datos:

- Cantidad de suscriptores de telefonía fija: 5.082.213
- Tráfico Telefónico Fijo durante el 2007: 15.537.548.000

Cabe destacar que se tomaron los datos referidos al año 2007 para poder tener el Tráfico Telefónico durante todo un año.

Dividiendo el Tráfico Telefónico durante un año por el número total de suscriptores, se obtiene la cantidad de minutos promedio hablados por persona durante un año:

$$\frac{15.537.548.000 \text{ (minutos totales al año)}}{5.082.213 \text{ (suscriptores de telefonía fija)}} = 3.057,24 \frac{\text{minutos hablados al año}}{\text{persona}}$$

Dividiendo ahora, el resultado por la cantidad de minutos que tiene un año, se tiene que:

$$\frac{3.057,24 \text{ minutos al año hablados /persona}}{525.600 \text{ minutos en un año}} = \mathbf{0,0058166}$$

Ese resultado, equivale al promedio del uso de la línea telefónica por persona, durante una misma unidad de tiempo, lo que corresponde al Tráfico Erlang. Es decir, representa el promedio de una conversación en Erlang durante el año 2007.

$$\text{Tráfico por persona durante el 2007} = 0,005816 \text{ Erlang}$$

Para obtener la cantidad de abonados máximo que se pueden conectar a la Red, cumpliendo con las especificaciones y políticas de calidad establecidas, se debe dividir el tráfico capaz de soportar el sistema por el tráfico promedio:

$$\frac{36,6 \text{ Erlang del sistema}}{0,0058166 \text{ Erlang por persona}} = \mathbf{6.292 \text{ abonados}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ máximo de abonados permitidos en la Red} = 6.292 \text{ abonados}$$

Como se mencionó anteriormente, los cálculos fueron realizados basados en las estadísticas del año 2007, sin embargo, para tener mayor exactitud, es necesario aumentar el tiempo de muestreo. Por tal sentido, con el soporte de los datos en el Anexo A, se obtiene la Tabla 9, en la cual se observa que el promedio del tráfico Erlang durante los últimos siete años fue de **0,0088083**.

Año	Tráfico en minutos	Suscriptores	Tráfico/Per (año)	Tráfico Erlang
2.000	14.735.000.000	2.535.966	5810,40913	0,0110548
2.001	14.576.924.000	2.704.921	5389,038719	0,0102531
2.002	15.312.155.000	2.841.698	5388,382228	0,0102519

2.003	14.396.627.000	2.956.185	4870,002047	0,0092656
2.004	15.446.948.000	3.346.462	4615,9042	0,0087822
2.005	16.016.885.000	3.650.501	4387,58543	0,0083478
2.006	14.837.649.000	4.216.794	3518,703783	0,0066946
2.007	15.537.547.000	5.082.213	3057,240419	0,0058167
			Promedio	0,0088083

Tabla 9. Tráfico Erlang durante los últimos siete años (2000 – 2007)

Tomando como base ese promedio obtenido, se tiene lo siguiente:

$$\frac{36,6 \text{ Erlang del sistema}}{0,0088083 \text{ Erlang por persona}} = \mathbf{4155,157678} \text{ personas}$$

Este valor corresponderá al máximo número de personas permitidas en el sistema.

Quedando demostrado de esta manera, que el tráfico telefónico cambia con el paso del tiempo, por lo que, para que un sistema no sufra una saturación por el crecimiento Erlang a través del tiempo, se recomienda tomar un número de abonados por debajo del valor máximo establecido al momento de implementar el segmento de red.

Conociendo la cantidad máxima de usuarios que se le puede conectar al sistema, se puede asignar la cantidad de abonados para cada servidor.

4.3.3. Descripción del Modelo de Prueba

Tomando como base el Modelo de Red planteado anteriormente (Figura 6), para las pruebas y validación técnica de la propuesta, se tomó una fracción del mismo, tal como se muestra en la Figura 9.

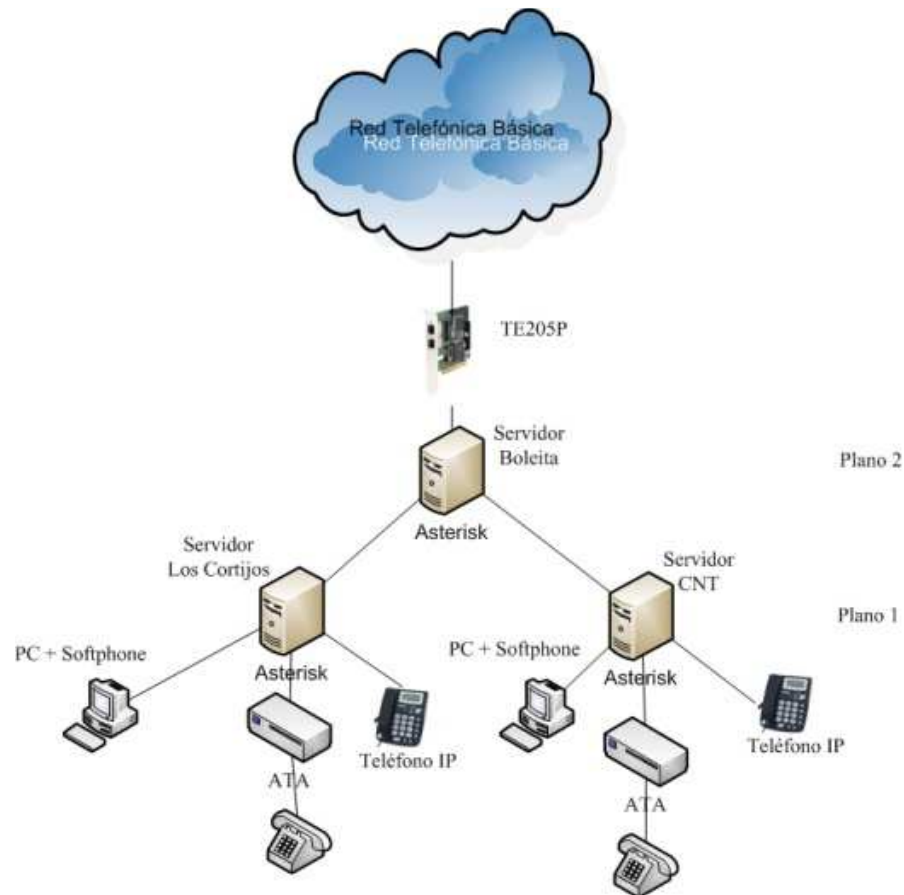


Figura 9. Modelo de Red de Prueba

En dicha figura se puede observar que el modelo posee distintos escenarios que pueden ser utilizados por los usuarios para conectarse a esta red, siendo ellos quienes determinan la forma cómo lo harán, según sean sus posibilidades. Los escenarios mencionados se refieren a los siguientes:

- Una computadora con un software telefónico instalado (Softphone)
- Un teléfono analógico conectado a un Adaptador de Teléfono Analógico (ATA – Analog Telephone Adaptor)
- Un teléfono IP.

El modelo está constituido por tres servidores: Boleíta, CNT y Los Cortijos. Boleíta forma parte de la red, por ser la sede que proporcionó la línea E1, por lo tanto, el servidor fue instalado en el mismo lugar buscando practicidad. El

resto de los nodos se ubicaron en: Centro Nacional de Telecomunicaciones (CNT) y Los Cortijos, debido a que el personal de la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de CANTV se encuentra distribuido entre estas sedes. Por lo tanto, se instaló un servidor para cada sede con el fin de cumplir con la demanda de tráfico telefónico.

En la tabla siguiente (Tabla 10), se puede observar las características técnicas de cada servidor dedicado donde reside la PBX Asterisk.

	BOLEITA	CNT	LOS CORTIJOS
Procesador	Pentium 4 – 2,8GHz	Pentium 4 – 2,8GHz	Pentium 4 – 2,8GHz
Memoria RAM	1,5GB	768MB	1250MB
Disco Duro	80GB	40GB	80GB

Tabla 10. Especificaciones de Hardware en cada servidor

La comunicación entre los servidores del modelo de red se especifica a continuación:

- Existe una línea de conexión directa entre el servidor de Los Cortijos y el de Boleíta y entre el servidor del CNT y Boleíta. Por lo tanto, las llamadas entre Los Cortijos y el CNT pasan necesariamente por el servidor de Boleíta.
- El único servidor con conexión hacia la Red Pública Básica (RTB) es el de Boleíta. Si algún servidor necesita establecer comunicación con la RTB, la llamada será transmitida hacia su destino a través del servidor de Boleíta. De la misma forma, si algún usuario de la RTB desea comunicarse con un usuario Asterisk, el servidor de Boleíta recibe la llamada y la encamina hacia su destino.

Durante la realización de las pruebas, se configuraron veinte extensiones en cada servidor del Plano 1 (Los Cortijos y CNT), teniendo un total de cuarenta extensiones. La distribución de las extensiones se dispuso de la siguiente forma, para el servidor de Los Cortijos números comprendidos desde 240-1400 hasta 240-1419 y para el servidor del CNT números comprendidos desde 240-1480 hasta 240-1499.

La interconexión entre la red de servidores Asterisk y la Red Telefónica Básica se realizó mediante una línea E1 y la tarjeta Digium TE205P (Figura 10), proporcionadas por la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de CANTV, para así poder lograr la culminación satisfactoria de esta fase del proyecto.

Los Protocolos utilizados en el modelo de red fueron, IAX para la comunicación entre los servidores Asterisk y SIP para las comunicaciones entre abonado y su servidor Asterisk asociado.

En redes grandes dónde el tráfico no es controlado, el protocolo SIP utilizado por los teléfonos IP tiende a presentar problemas, por lo que se tomó en cuenta y se procuró colocar los servidores del Plano 1 lo más cercanos posible a los usuarios finales. Por el contrario, IAX es un protocolo mucho más fuerte dónde los paquetes pueden soportar trayectorias a grandes distancias sin correr el riesgo de perder parte de ellos, diseñado especialmente para interconectar servidores Asterisk, los cuales generalmente se encuentran distanciados.



Figura 10. Tarjeta Digium TE205P

Cabe destacar que cada parámetro de diseño, como por ejemplo, la cantidad de servidores, el número de personas a conectar por cada servidor, la cantidad de entradas y salidas que debe poseer la conexión El para poder llamar a la RTB, las rutas directas y de redundancia a tomar, entre otros, dependen estrictamente de las características de la Red, lo que lo hace un sistema flexible y cambiante ante cualquier escenario o ubicación geográfica en la que se implemente.

Las configuraciones en cada servidor para desarrollar la potencialidad de Asterisk, fueron realizadas bajo la misma metodología, es por ello que el desarrollo de esta fase del Proyecto estuvo enfocado al procedimiento estructurado de las aplicaciones de la Central Telefónica para un solo servidor, a excepción de la etapa donde se abordan las configuraciones para la interconexión entre los tres servidores.

4.3.4. Instalación de Asterisk

Primeramente, se descargó de la página web <http://www.asterisk.org> la versión más reciente del software Asterisk 1.4.22. Una vez instalado el software, el servidor levanta automáticamente, por lo que, no fue necesario ejecutar comandos bajo el ambiente de consola para su ejecución.

Para localizar el servidor en la red, fue necesario conocer su dirección IP.

El correcto funcionamiento de la PBX se verificó comprobando el estado de conexión, mediante paquetes de solicitud y respuesta de eco (ping). No detectándose errores en la Red.

Cabe destacar que para la actualización de paquetes de Asterisk, existe la instrucción “yum”, la cual es un gestor automático de paquetes, capaz de verificar

y encontrar las dependencias entre estos, verificando disponibilidad y de ser necesario, las descarga e instala las actualizaciones. Bajo el ambiente de consola de Asterisk, las instrucciones específicas para realizar dichas actualizaciones, son las siguientes:

yum list	Lista la información sobre los paquetes disponibles
yum update	Actualiza los paquetes a su última versión, atendiendo todas las dependencias necesarias

Tabla 11. Instrucciones en Asterisk para actualizaciones

4.3.5. Archivos de configuración

Para ubicar el directorio donde se encuentran los archivos de configuración de Asterisk, es necesario conocer la distribución propia del sistema Linux. Dentro del directorio raíz, se encuentran todos los archivos y sub directorios del sistema operativo, allí se encuentren unidades extraíbles u otros dispositivos.

Los archivos de configuración de Asterisk se instalan en el directorio */etc/asterisk*. Entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- *asterisk.conf*. Indica a Asterisk la ubicación de todo lo que necesita.
- *extensions.conf*. Contiene el plan de marcado de la central Asterisk, el plan maestro de control o de flujo de ejecución para todas las operaciones. Controla además, el manejo y encaminamiento de las llamadas entrantes y salientes. En este archivo se configura el comportamiento de todas las conexiones con la PBX.
- *meetme.conf*. En este archivo se configuran las salas de conferencias.
- *musiconhold.conf*. Contiene la configuración de la música en espera.
- *sip.conf*. Encargado de manejar todo lo relacionado con el protocolo SIP.
- *voicemail.conf*. Contiene la configuración de buzón de voz.

- *zapata.conf*. Contiene los parámetros relacionados a los canales proporcionados por la interfaz zaptel.
- *iax.conf*. Contiene la configuración de las conexiones entre servidores Asterisk.

4.3.6. Instalación de las voces en español.

De la página web <http://www.voipnovatos.es/voces/> se descargaron los paquetes de voces y de los que se encontraban disponibles se decidió descargar los de formato alaw por ser las que presentaban mayor calidad.

En la página web se muestran dos conjuntos de voces diferentes, pero que al juntarlas se complementan, siendo necesarias para obtener el resultado totalmente en español.

El procedimiento para lograr la instalación se muestra en el Anexo C.

4.3.7. Instalación de los códecs.

La instalación de Asterisk sobre el sistema operativo GNU/Linux Centos incluye un paquete de códecs (alaw, ulaw, speex, iLBC, G.726, GSM, etc), los cuales resultan de mucha utilidad en el ahorro de ancho de banda.

En la Figura 11, se observa parte del contenido del directorio */usr/lib/asterisk/modules/*, donde se encuentran los archivos correspondientes a los códecs e incluso se pueden observar los que se encuentran instalados en la PBX.

```
root@trixbox1:/usr/lib/asterisk/modules
[trixbox1.localdomain ~]# cd /usr/lib/asterisk/modules
[trixbox1.localdomain modules]# ls
app_addon_sql_mysql.so          chan_alsa.so
app_amd.so                     chan_gtalk.so
app_authenticate.so            chan_iax2.so
app_cbmysql.so                 chan_local.so
app_cdr.so                     chan_mgcp.so
app_chanisavail.so             chan_ooh323.so
app_channelredirect.so         chan_oss.so
app_chanspy.so                 chan_phone.so
app_controlplayback.so         chan_sip.so
app_db.so                       chan_zap.so
app_dial.so                     codec_adpcm.so
app_dictate.so                 codec_alaw.so
app_directed_pickup.so         codec_amu.so
app_directory.so               codec_g723-ast14-icc-glibc-pentium4.so
app_disa.so                    codec_g726.so
app_dumpchan.so                codec_g729-ast14-icc-glibc-pentium4.so
app_echo.so                    codec_gsm.so
app_exec.so                     codec_ilbc.so
app_externalivr.so             codec_lpc10.so
app_festival.so                codec_speex.so
app_flash.so                   codec_ulaw.so
app_flite.so                   codec_zap.so
app_followme.so                format_g723.so
app_forkcdr.so                 format_g726.so
app_getcpeid.so                format_g729.so
app_hasnewvoicemail.so         format_gsm.so
app_ices.so                    format_h263.so
app_image.so                   format_h264.so
```

Figura 11. Directorio inicial de Códecs
2008, Cónsola del servidor Asterisk

Los únicos códecs que no vienen incluidos en el paquete son el G.729 y el G.723, por ser propietario, sin embargo, en el mercado existen versiones libres de éstos, que a pesar de que no garantizan la misma calidad de voz al emplearlos, continúan siendo indicados y preferidos para las comunicaciones de voz sobre Protocolo de Internet.

En el Anexo D, se detallan los pasos para lograr la descarga e instalación de dichos códecs. Cabe destacar que es importante conocer la versión de Asterisk con la que se está trabajando, ya que existen códecs para cada una de ellas, así como también se debe conocer las especificaciones de hardware del servidor.

4.3.8. Archivo de configuración *sip.conf*.

El archivo de configuración *sip.conf*, contiene parámetros relacionados con la configuración SIP de Asterisk. La mayoría de los terminales IP utilizan ese protocolo, al igual que los proveedores de VoIP, lo que lo hace uno de los archivos más importantes en la configuración de las extensiones y servidores para el establecimiento de llamadas mediante SIP.

Este archivo está estructurado en secciones o contextos, dónde cada sección se define por un nombre encerrado entre corchetes, seguido de las opciones de cada una de ellas. Existe una sección definida como [general], la cual especifica las opciones generales de todos los usuarios y proveedores del servidor, como la dirección IP y el puerto para conexión. Y las otras secciones, definen los parámetros del cliente, como nombre de usuario, contraseña, entre otros.

La configuración de este archivo se muestra en el Anexo E. Dicha configuración contiene el contexto tal cual como se había comentado, pero los dos contextos restantes, referidos a los proveedores y usuarios, no se muestran directamente en el archivo, ya que en las líneas de instrucciones *include* se insertan y evalúan otros ficheros del servidor, que también poseen información sobre la configuración SIP. Por ejemplo, el archivo de configuración *sipadditional.conf*, abarca la sección de usuarios.

4.3.8.1. Configuración de extensiones de usuarios.

Los usuarios deben estar registrados para formar parte de la red, para poder comunicarse con otras extensiones ya existentes dentro de ella y disfrutar de los servicios que el sistema PBX ofrece.

El registro de usuarios se realiza mediante la herramienta Trixbox, específicamente la función FreePBX (Figura 12). Toda la configuración en FreePBX sobre extensiones SIP se almacena en el archivo *sipadditional.conf*, ya

que el registro *sip.conf*, es el encargado de manejar las características del protocolo de inicio de sesión.

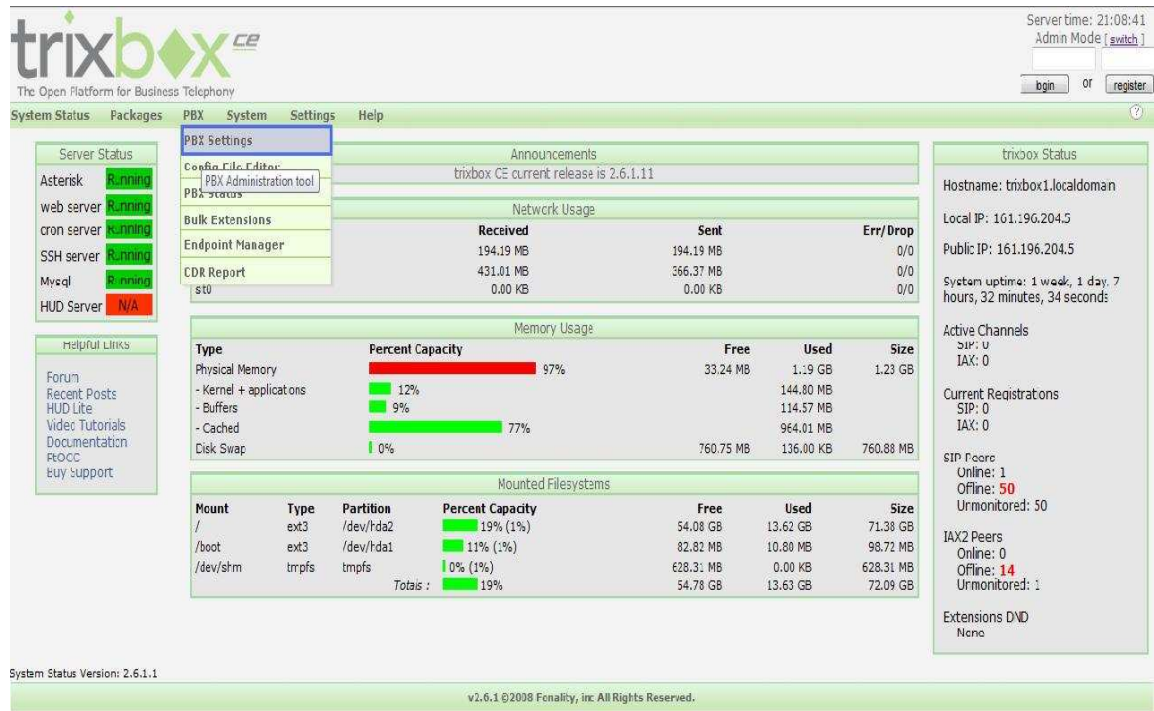


Figura 12. Página Administrador de Trixbox

2008, Interfaz gráfica Trixbox <http://dirección IP servidor/usuario/>

Siguiendo este orden de ideas, todos los softphones y equipos telefónicos, que soporten el protocolo SIP, podrán ser registrados y formar parte de la central telefónica.

En la interfaz web FreePBX, se encuentra la opción para configurar extensiones, ya sea agregando nuevas o modificando las ya existentes. En el Anexo F, se muestra el caso en que se desee agregar un dispositivo genérico SIP.

4.3.9. Archivo *extensions.conf*

Para configurar el comportamiento de todas las conexiones de la PBX, fue necesario indagar sobre los contextos que conforman este fichero y saber de qué forma se establecen.

De esta forma, el archivo *extensions.conf*, se compone en dos secciones o contextos, que están siempre presentes que son [general] y [globals]. Además, existe un tipo especial de contextos que son las macros, siendo patrones reutilizables de ejecución, como los procedimientos en un lenguaje de programación.

La sección llamada [general], es la que inicia el archivo *extensions.conf* y contiene variables usadas por Asterisk como un control para proteger el archivo:

- *extensions_custom.conf*

[general]

static=yes

writeprotect=no (Previene que desde la línea de comando se pueda sobrescribir el archivo de configuración)

autofallthrough=yes (Si una extensión se queda sin cosas que hacer termina la llamada con ocupado, congestión o cuelga)

clearglobalvars=no (Para que no se liberen las variables globales cuando se recargue o reinicie Asterisk)

priorityjumping=no (Permite hacer saltos a diferentes prioridades)

En general, estas opciones se pueden dejar tal y como aparecen por defecto.

En la sección [globals], se definen las variables globales o constantes, utilizadas en el resto de los contextos y sus valores iniciales. Suelen ponerse en mayúsculas para diferenciarlas posteriormente y son llamadas dentro de los contextos de la forma $\${NombreDeVariable}$. Por ejemplo:

- *extensions_additional.conf*

[globals]

VMX_CONTEXT=from-internal (Indica que cuando se haga referencia a la variable VMXCONTEXT se está llamando al contexto from-internal)

VMX_TIMEOUT=2 (Asignación de un valor inicial)

ASTVARLIBDIR=/var/lib/asterisk (También se pueden declarar otros ficheros)

Seguido de las categorías, [general] y [globals], el archivo *extensions.conf*, es utilizado para la definición del plan de mercado, compuesto por una colección de contextos, donde cada uno de ellos posee una serie de extensiones.

Cuando hay una llamada entrante en un canal, Asterisk chequea el contexto definido para ese canal, buscando funciones que le indiquen qué debe hacer. Dicho contexto define diversas funciones, dependiendo de qué extensión haya sido marcada por el usuario.

Una extensión se define mediante una lista de comandos a ejecutar, cuya sintaxis en Asterisk es la siguiente:

exten => extensión, prioridad, comando (parámetros)

- La primera opción define el nombre de la extensión y puede ser una secuencia constante literal o un patrón evaluado dinámicamente para indicar muchos números de teléfonos posibles.
- La prioridad define el orden definitivo en el que se ejecutarán los comandos. Generalmente, se trata de un número entero. El primer comando ejecutable de la extensión tiene prioridad "1", así que cuando el Asterisk transfiere una llamada a una extensión, buscará un comando con la prioridad "1". Después de ejecutar la primera, pasa a la prioridad 2 y así sucesivamente, hasta que la llamada termine (hangup), o un comando retorne un código de resultado -1 indicando falla, o un comando con prioridad más alta no exista o cuando la llamada se encamine a una nueva extensión.

Una de las desventajas de este método de almacenar la información, es que si se necesita insertar o suprimir una prioridad, hay que enumerar manualmente

todos los números después de él y toda etiqueta referente a ellos. Esta versión de Asterisk proporciona una nueva manera de solventar esto, la cual es enumerar la primera prioridad y nombrar las siguientes con “n”.

Existen algunos comandos donde la prioridad no toma gran importancia, entre los cuales, “Dial” y “GotoIf”, ya que tienen la capacidad de re direccionarse, basado en ciertas condiciones.

Comando, es el nombre de la función a ejecutarse, también llamado aplicación a ejecutarse.

Los parámetros, dependen del comando. Algunos comandos no toman ningún parámetro.

La configuración del plan de marcado en el servidor se muestra en el Anexo G.

El establecimiento del plan de marcado se realiza según la disposición de los operadores y/o usuarios, debido a que existe una gran cantidad de escenarios para el tratado de las llamadas. A continuación, se muestran algunos modelos de configuración, distintos al realizado en el servidor, pero que perfectamente pueden ser incluidos en el mismo:

```
exten => 2401400/1000,1,Answer
```

```
exten => 2401400/1000,2,Voicemail(2401400)
```

```
exten => 2401400/1000,3,Hangup
```

Esta lógica permite que se cumplan las líneas de instrucciones según la identificación de la persona que llama, por lo tanto, realizará las opciones solamente si el número que llama es 1000. Esto también se puede lograr mediante el siguiente patrón, sólo que en éste caso las extensiones serán realizadas si el número de identificación de llamada es de cuatro dígitos y comienza por el 1:

```
exten => 2401400/_1XXX,1,Answer
```

4.3.10. Configuración de los equipos terminales

4.3.10.1 Teléfono por software - Softphone

El paquete del teléfono por software X-lite se descargó de la página web <http://www.counterpath.com>. En dicha página web se encuentra el paquete disponible para varios sistemas operativos.

Aunque el modelo de red esté enmarcado bajo software libre, los usuarios finales no necesariamente deben contar con un sistema operativo libre, por lo que se detallará el procedimiento de configuración del X-Lite para las dos plataformas más utilizadas, Microsoft Windows y GNU/Linux.

4.3.10.1.1. Instalación y configuración para el sistema operativo Microsoft Windows

Luego de descargar el paquete del Softphone, el proceso de instalación no presenta mayor dificultad, siendo totalmente sencillo y amigable, sin necesidad de que el usuario haga uso de la consola del sistema operativo.

Después de tener instalado el Softphone X-Lite en el equipo, es necesario configurar la cuenta SIP en el mismo. Dicha configuración se muestra en el Anexo H.

4.3.10.1.2. Instalación y configuración para el sistema operativo GNU/Linux

La versión liberada del paquete X-Lite para GNU/Linux es la 2.0. Luego de descargar el paquete del Softphone, el proceso de instalación no se torna tan

sencillo como para Microsoft Windows, debido a que en GNU/Linux se deben habilitar los permisos por ambiente de consola para ejecutar el software.

El procedimiento de instalación y configuración se muestra de forma detallada en el Anexo I.

4.3.10.2. Equipos telefónicos – Hardphone

La configuración de los equipos telefónicos IP, se realizó de forma distinta a la configuración de los teléfonos por software, ya que el procedimiento no queda a cargo del usuario final sino del proveedor del servicio de telefonía IP.

Los equipos telefónicos IP proporcionados por la Corporación para la realización de las pruebas, fueron los Thomson SpeedTouch ST284 (Figura 13).



Figura 13. Equipo telefónico SIP Thomson ST284
2008, Manual digital de usuario SpeedTouch

El procedimiento de configuración de dichos equipos se muestra detalladamente en el Anexo J.

Los pasos expuestos en el Anexo J, se pueden considerar los básicos y los más importantes. Existen otras opciones de configuración, como melodías de timbre de llamada, llamadas en espera, entre otras.

4.3.11. Configuración de música en espera y sala de conferencia

La sala de conferencia, permite que los usuarios establezcan comunicación con varias personas a la vez, evitando el traslado innecesario hacia un lugar para realizar una reunión. La herramienta “FreePBX” en Trixbox, ofrece diversas opciones que abarcan la configuración de este servicio, incluyendo la posibilidad de agregarle música de fondo al sistema mientras el usuario espera que el resto de las personas se incorporen a la conferencia.

La configuración de la música en espera se realiza a través de la interfaz gráfica de Trixbox, ingresando en el vínculo “Free PBX” y seguidamente en la opción Música en Espera – “Music on Hold”.

El procedimiento de configuración detallado se muestra en el Anexo K.

4.3.12. Configuración de troncal hacia la Red Telefónica Básica

Para la conexión entre la red Asterisk y la Red Telefónica Básica, la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de CANTV proporcionó una línea E1, a través, de un par de cables coaxiales tipo RG-59, uno para transmisión y otro para recepción, con conectores BNC y una tarjeta Digium TE205P, la cual posee dos puertos RJ-48C (un puerto por línea E1). Con todo lo anterior, se cumple con la Recomendación de la UIT-T G.703, para la transmisión de voz sobre canales digitales.

El cable coaxial RG-59 y el puerto RJ-48C poseen impedancias distintas, de 75Ω y 120Ω respectivamente, por lo que fue necesario acoplarlas mediante un dispositivo llamado Balun (Figura 14), el cual soporta la velocidad de transmisión del canal E1 (2.048 Mbps) y realiza la conversión de forma bidireccional.



Figura 14. Balun o Acoplador Patton Electronics, Modelo 460
2008, Patton Electronics Co.

Una vez instalada la tarjeta dentro de la ranura correspondiente del computador y teniendo perfectamente acoplada la troncal, se procedió a la configuración de los parámetros de software, indicándole al servidor cómo y cuándo debía utilizar la entrada y salida.

Luego de iniciar el computador y abriendo un terminal o consola, se ejecutó el comando `“lspci”`, para listar los dispositivos que se encuentren conectados en los puertos PCI, y de esta forma chequear si la tarjeta fue reconocida por el equipo. Cabe destacar que no siempre las tarjetas son reconocidas, debido a que los controladores algunas veces no son compatibles con el modelo del computador o con el sistema operativo utilizado.

Después de verificar que el servidor reconoció la tarjeta, se modificaron los archivos de configuración, para hacerlos compatibles con las características del E1. En el Anexo L, se muestran dichas configuraciones.

Una vez modificados los archivos de configuración, para el funcionamiento con señalización MfC/r2, se verificó a través del comando `ztool`, si los cambios realizados estaban correctos (Figura 15), donde el mensaje “OK”

para la interfaz uno indica que el sistema aceptó el procedimiento sin ningún inconveniente.

```
Zaptel Tool (C)2002 Linux Support Services, Inc.
Zapata Telephony Interfaces
Alarms      Span
OK          T2XXP (PCI) Card 0 Span 1
UNCONFIGURED T2XXP (PCI) Card 0 Span 2
#
Select
Quit
Span 1: 31 total channels, 31 configured      F1=Details F10=Quit
```

Figura 15. Verificación de acople de interfaz por el comando *zttool*

Fuente: Consola del servidor Asterisk (2008)

Teniendo en cuenta que no hubo errores en el acople de la interfaz uno, se comprobó si el sistema tomó los valores para la señalización, ingresando al archivo de configuración *zaptel.conf* y verificando los valores configurados. En dicho archivo, se observó claramente los valores de Señalización por Canal Asociado (CAS) con una codificación del tipo HDB3 y una potencia de 0dB, lo que corresponde al valor equivalente cuando existe una distancia entre la tarjeta y el servidor entre 0 y 133 pies, se observaron además los 31 canales reconocidos, tal como se muestra a continuación:

Zaptel Versión:1.4.7

Echo Cancellor:MG2

Configuration

=====

SPAN 1: CAS/HDB# Build-out:0 db (CSU)/0-133 feet (DSX-1)

Channel map:

Channel 01: CAS /User (Default) (Slaves:01)

Channel 02: CAS /User (Default) (Slaves:02)

....

Channel 15: CAS /User (Default) (Slaves:15)

Channel 16: D-channel (Default) (Slaves:16)

Channel 17: CAS /User (Default) (Slaves:17)

....

Channel 30: CAS /User (Default) (Slaves:30)

Channel 31: CAS /User (Default) (Slaves:31)

31 channels to configure

Finalmente, sólo quedaba indicarle al servidor cuando debía utilizar esta troncal de entrada/salida. Esto se logró de la manera que se muestra a continuación:

- Para las llamadas del servidor hacia la RTB, se creó un contexto donde se ejecute la función Dial para un canal Unicall:

[e1-saliente] (Nombre del contexto)

(Ejecución de función Dial al canal Unicall con dirección al grupo uno y con el valor marcado almacenado en la variable OUTNUM)

exten => 499,1,Dial(UNICALL,gl,\$OUTNUM)

- Para las llamadas de la RTB hacia un servidor Asterisk, fue preciso considerar el plan de numeración asociado a la línea que asignó CANTV al proporcionar el E1, con el fin de establecer un direccionamiento entre la troncal E1 y la Red Telefónica Básica. El patrón establecido por la Corporación fue 2401XXX, de forma que si un usuario conectado a la

RTB disca un número donde los primeros cuatro dígitos son 2401, la red enviará la llamada a la troncal E1, sin importar como termine dicho número. Al llegar una llamada de la RTB al servidor Asterisk de Boleíta, se descartan los cuatro primeros números (Figura 16), ya que siempre serán iguales para todas las llamadas y se utilizan sólo los tres dígitos restantes.

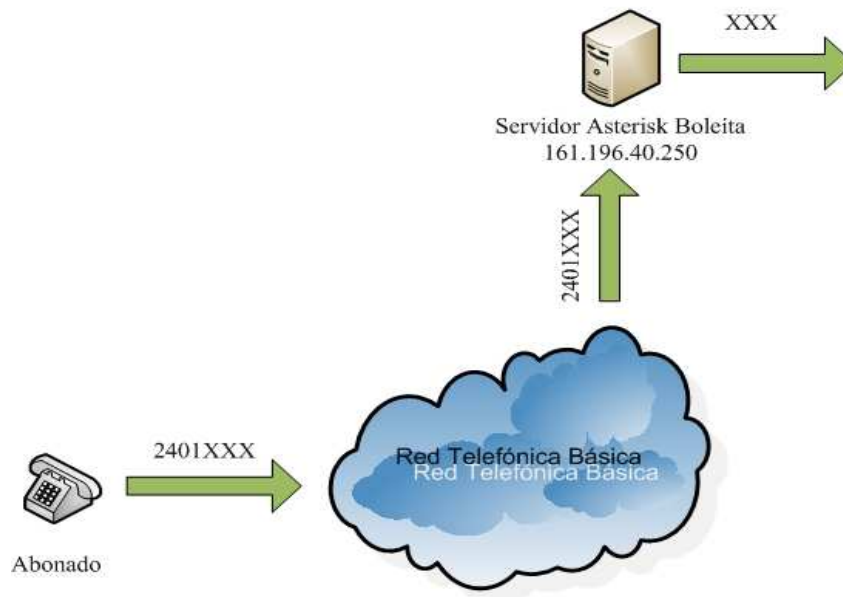


Figura 16. Proceso de direccionamiento entre RTB y Servidor Asterisk

En función a esto, se creó un contexto que utiliza los tres últimos dígitos como extensión, donde se indica la tarea a realizar por Asterisk para el número asociado cuando entra una llamada de la RTB, de la siguiente manera:

[e1-entrante]

exten => número (tres últimos dígitos), prioridad, función a realizar

4.3.13. Interconexión entre los servidores Asterisk

4.3.13.1. Creación de troncales entre servidores

Para interconectar los servidores Asterisk, es necesario que cada uno de ellos en su archivo de configuración *iax.conf*, contenga un contexto referido al servidor al que se desea conectar mediante el protocolo IAX, dónde se indique la dirección del destino y el contexto dónde serán recibidas las llamadas.

- Boleíta: En el modelo de red de prueba (Figura 7), se observa que este servidor tiene conexiones directas con los dos servidores restantes (CNT y Los Cortijos). Se encuentra ubicado en el Plano 2, por lo que dentro del archivo de configuración *iax.conf*, se definieron dos troncales IAX, cada una referida a una dirección destino de los servidores del Plano 1. En el Anexo M, se muestra la configuración de los contextos para este servidor.
- CNT, Los Cortijos: Estos servidores están ubicados en el Plano 1, por lo tanto, sólo tienen interconexión con otro del Plano 2 y entre ambos no existe enlace directo establecido. Por lo que, se creó una troncal en dirección CNT a Boleíta y otra troncal de Los Cortijos a Boleíta, con el fin de establecer comunicación en ambos sentidos. En el Anexo M, se muestran las configuraciones de las troncales en cada servidor.

Una vez creadas las troncales, se configuraron los distintos escenarios posibles, para así indicar a los servidores cuando debían utilizar la ruta IAX, como por ejemplo, al realizar llamadas desde la Red Telefónica Pública hacia los servidores Asterisk, llamadas entre servidores Asterisk y llamadas desde los servidores Asterisk hacia la RTB.

4.3.13.2. Llamadas provenientes de la Red Telefónica Pública hacia los servidores Asterisk

El primer escenario configurado fue el de las llamadas provenientes de la RTB hacia el sistema formado por los servidores Asterisk, lo cual fue posible, gracias a la creación de un patrón de marcado y la herramienta *Dial* de Asterisk.

En el modelo de pruebas, se observa que el servidor de Boleíta tiene la capacidad de recibir llamadas de la RTB, que como se indicó anteriormente, ingresan sólo con los últimos tres dígitos. En tal sentido, al ubicar el contexto en el que ingresan las llamadas de la RTB (from-internal), se pudo direccionar a través de un *Dial* las llamadas al servidor deseado, de siguiente manera:

```
exten => xxx,prioridad,Dial(IAX2/usuario:clave@destino/${variable},opciones)
```

Donde el usuario, la clave y el destino, son los parámetros previamente definidos al crear la troncal IAX, y el campo variable es el lugar de almacenamiento del número de extensión que llegará al próximo servidor (ésta admite modificaciones).

De esta forma, si un usuario llama desde la RTP hacia el 2401416 por ejemplo, que se encuentra registrado en el servidor Asterisk de Los Cortijos, el *Dial* será el siguiente:

```
exten => 416,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

Por lo tanto, siempre que una llamada realizada al sistema provenga de la RTB, ingresará al servidor Asterisk de Boleíta y será reenviada vía protocolo IAX hacia el servidor Asterisk que contenga el número registrado entre sus extensiones. Basándonos en el ejemplo antes mencionado, cuando se desea establecer comunicación con la extensión 2401416 (registrada en el servidor Asterisk de Los Cortijos), Boleíta encamina la llamada hacia Los Cortijos con el número 416.

En consecuencia, fue necesario establecer una lista de direccionamiento en el servidor Asterisk de Boleíta. En el Anexo N, se muestra detalladamente tal direccionamiento.

Finalmente, se enmascararon las extensiones para que las llamadas pudiesen llegar al usuario final de Asterisk, ya que en el enrutamiento que realiza el servidor Asterisk de Boleíta con los otros dos, la extensión es tratada con sólo tres dígitos (los últimos tres dígitos del número inicialmente marcado desde la RTP) y la llamada al llegar al servidor Asterisk correspondiente de esta forma no iba a ser re direccionada hacia algún abonado, por no existir ninguno con ese número asignado. Entonces, se creó un Dial en los servidores CNT y Los Cortijos dentro del contexto en el que ingresan las llamadas de Boleíta de manera que, por ejemplo, si el servidor Asterisk Los Cortijos recibe una llamada con extensión 416, sepa que debe encaminarla hacia el abonado 2401416 utilizando el protocolo SIP.

En el Anexo Ñ, se muestran los Dial realizados en los servidores Asterisk, tanto Los Cortijos como CNT.

En la figura mostrada a continuación (Figura 17) se puede apreciar el proceso de direccionamiento para un escenario en específico.

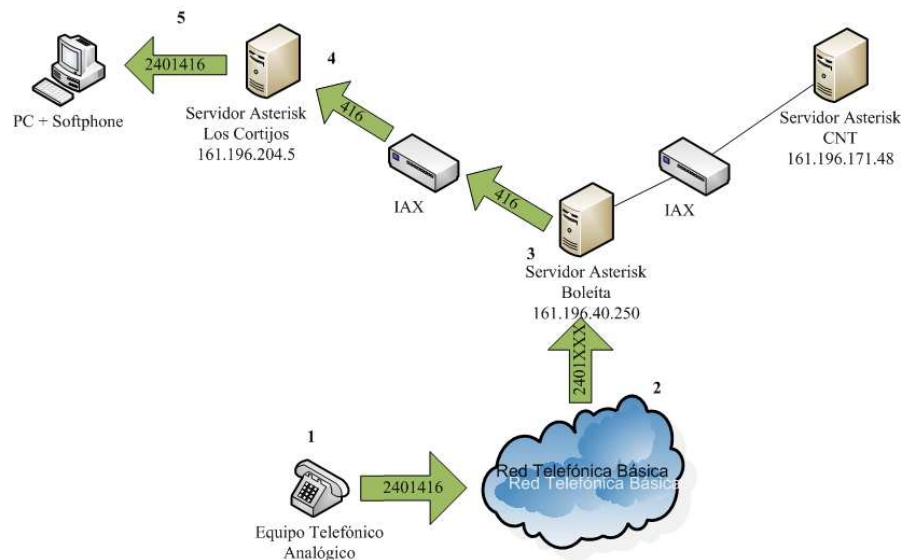


Figura 17. Direccionamiento de llamadas recibidas desde la RTP

1. El abonado inicia la llamada al número telefónico, por ejemplo, 2401416
2. La Red Telefónica Básica, direcciona la llamada al servidor Asterisk de Boleíta gracias a los cuatro primeros dígitos del número telefónico (2401)
3. El servidor Asterisk de Boleíta recibe la llamada y la envía vía IAX al servidor Asterisk adecuado, según los tres últimos dígitos del número telefónico (416)
4. El servidor Asterisk adecuado, recibe vía protocolo IAX la llamada, en este caso de 416 y la reenvía por protocolo SIP al 2401416
5. El usuario final recibe la llamada, en este caso se colocó como ejemplo que el usuario final posee un teléfono por software (Softphone).

4.3.13.3. Llamadas desde los servidores Asterisk hacia la Red Telefónica Pública

Para que las llamadas también funcionen en sentido inverso, es decir, que se puedan realizar llamadas desde los servidores Asterisk hacia la RTP, se creó un patrón de marcado, que fuese lo más transparente para la Corporación. Se utilizó el número nueve (9), ya que es el número que se maneja actualmente en la Corporación para hacer llamadas hacia la PSTN. Cabe mencionar, que dicho número puede ser cualquiera, incluso puede ser adaptado como un código de área.

En el archivo de configuración *extensions.conf*, bajo el contexto [from-internal], se crearon los patrones de marcado para establecer conexión entre CNT-Boleíta y Los Cortijos-Boleíta. A continuación se muestran las líneas agregadas a dicho archivo:

(Conexión entre CNT y Boleíta)

```
exten=>_9X.,1,Dial(IAX2/3000:3000@161.196.40.250/${EXTEN},30,r)
```

(Conexión entre Los Cortijos y Boleíta)

```
exten=>_9X.,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.40.250/${EXTEN},30,r)
```

El factor `_9X`, indica que cualquier extensión marcada que comience con el número 9, será direccionada a la dirección IP 161.196.40.250, correspondiente al servidor Asterisk de Boleíta. El escenario creado es algo como lo que se muestra en la figura mostrada a continuación (Figura 18).

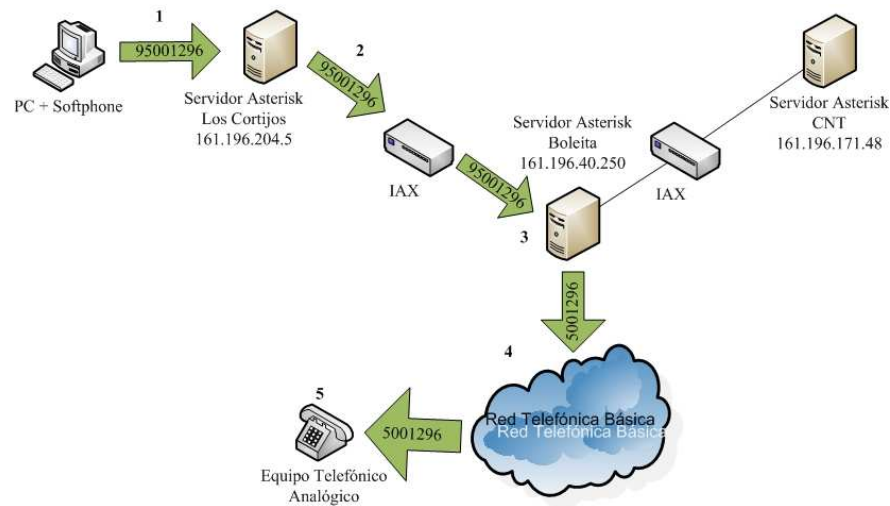


Figura 18. Direccionamiento de llamadas desde servidores Asterisk hacia la RTP

1. El usuario Asterisk inicia la llamada a un número de la PSTN, por ejemplo, 9-5001296, desde una extensión del servidor Asterisk de Los Cortijos
2. El servidor Asterisk de Los Cortijos envía la llamada mediante el protocolo IAX al servidor de Boleíta
3. El servidor de Boleíta recibe la llamada y sustrae el número 9 utilizado como prefijo
4. Sale la llamada por un canal E1 hacia la Red Telefónica Pública
5. El abonado destino recibe la llamada.

4.3.13.4. Llamadas entre usuarios Asterisk

El último aspecto para cumplir con el modelo planteado, fue establecer las líneas de instrucciones para que los servidores del Plano 1 tuviesen comunicación entre ellos, a través, del servidor del Plano 2. Esto se logró de forma similar a los casos anteriores, agregando las líneas que se muestran a continuación en el archivo de configuración *extensions.conf*, de la siguiente manera:

Desde el servidor Asterisk de los Cortijos:

```
exten=>_24014[8-9]X,1,Dial(IAX2/1002:1002@161.196.40.250/${EXTEN:4},30,r)
```

Esta línea de instrucción indica, que si un usuario del servidor de Los Cortijos disca un número entre 2401480 y 2401499 el servidor hará un Dial hacia el servidor de Boleíta. Mediante el campo `${EXTEN:4}` el servidor de los Cortijos suprime los cuatro primeros dígitos del número telefónico marcado por el usuario llamante, de manera que cuando direcciona hacia el servidor de Boleíta lleguen sólo los últimos tres dígitos a ese extremo.

Desde el servidor Asterisk del CNT:

```
exten=>_24014[0-1]X,1,Dial(IAX2/3000:3000@161.196.40.250/${EXTEN:4},30,r)
```

De igual forma, este Dial fue realizado pero en el caso específico de que un usuario registrado en el servidor del CNT quisiera comunicarse con un número entre el 2401400 y el 2401419, números que se encuentran asignados en el otro servidor (Los Cortijos). En fin, ambos *Dial* tienen como finalidad que la llamada llegue al servidor de Boleíta cuya dirección IP es 161.196.40.250.

Luego de lograr que ambos servidores envíen las llamadas al servidor de Boleíta, se procedió a configurar dicho servidor para re direccionar las llamadas a su destino, agregando la línea siguiente en su archivo de configuración *extensions.conf*:

```
exten=>4[8-9]X,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.171.48/${EXTEN:4},30,r)
```

```
exten=>4[0-1]X,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN:4},30,r)
```

En la figura mostrada a continuación (Figura 19) se puede observar el funcionamiento de las llamadas realizadas entre los dos servidores del Plano 1, mostrando un caso particular a manera de ejemplo.

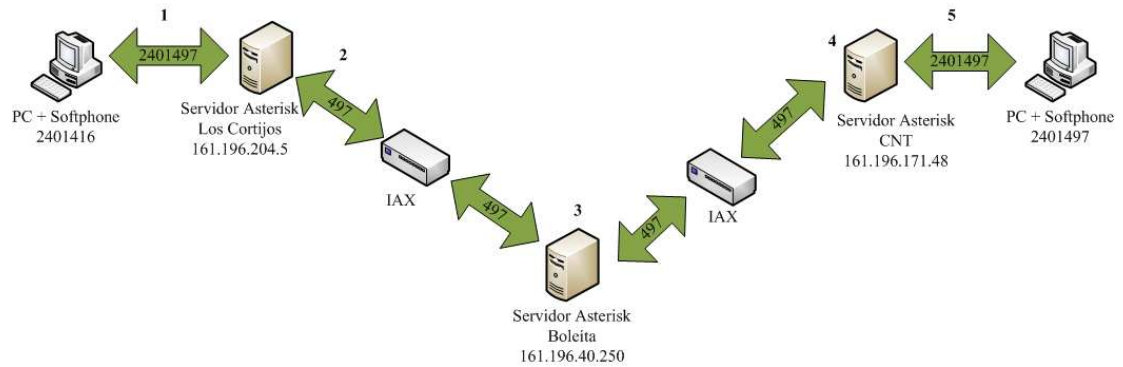


Figura 19. Direccionamiento de llamadas entre Asterisk

1. El abonado 2401416 indica al servidor de Los Cortijos que quiere establecer comunicación con la extensión 2401497
2. La central de Los Cortijos procesa la solicitud verificando los tres últimos dígitos, como este número no se encuentra registrado en su dominio, es direccionado al servidor de nivel superior
3. El servidor de segundo plano (Boleíta) recibe la información, verifica si cumple con el patrón y reenvía la información hacia el servidor del CNT
4. La central del CNT toma la información a través del protocolo IAX y la re direcciona vía protocolo SIP al usuario registrado con la extensión correspondiente, en este caso 2401497.

4.3.14. Sistema tarificador A2Billing

Entre las ventajas de Asterisk se encuentra la integración de diversas aplicaciones en la misma unidad física. En este caso, se hace referencia a la aplicación para tarificación A2Billing.

A2Billing, es una herramienta completa de tarificación bajo software libre para llamadas de VoIP, que permite el monitoreo de las llamadas de cada usuario, facturación telefónica automática, visualización de estadísticas diarias, semanales y mensuales de los movimientos telefónicos, creación de planes prepago, entre otras cosas.

El modelo de red se caracteriza por establecer llamadas entre usuarios IP y llamadas bien sea provenientes o realizadas a la PSTN, por lo que el sistema de tarificación sirve de gran ayuda para el monitoreo y administración del uso de las extensiones conectadas a los servidores.

Para el uso efectivo de A2Billing dentro del modelo de red, el servicio debe estar instalado en servidores de Plano 1 donde se encuentren registrados los abonados y al igual que en la Red Telefónica Básica, se debe establecer un plan de numeración por zona o segmento de red, para así poder fijar un plan de cobro por sector.

4.3.14.1 Instalación de A2Billing

Para la instalación del A2Billing se descargó el paquete de la página oficial <http://asterisk2billing.org>. En el Anexo O, se muestra en detalle todo el proceso de descarga, instalación y configuración de dicho paquete.

4.3.14.2 Configuración de características básicas

A continuación se muestra la configuración de algunas funciones básicas de A2Billing.

- Creación de tarjetas prepago:

A2Billing, permite la creación de usuarios tanto post-pago como pre-pago. El manejo de clientes prepago A2Billing, al igual que en todas las telefonías, se basa en tarjetas pre-pagadas. Para generarlas bajo este tarificador, sólo se necesita especificar parámetros básicos, como la cantidad de dígitos del número de la tarjeta, la moneda en la cual tarificará, el saldo y la fecha de vencimiento de ésta.

En el Anexo P, se muestra la interfaz gráfica para la creación de dichos clientes pre-pagos (Figura P.1).

Una vez generadas las tarjetas con los parámetros deseados, es posible importar hacia una hoja de cálculo los datos de éstas, pudiéndose manipular la información de acuerdo a las necesidades del momento, por ejemplo, imprimir el código en una tarjeta prepago.

- Creación de paquetes de llamadas:

A2Billing, también permite establecer paquetes de llamadas. En el Anexo P (Figura P.2), se aprecia la generación del Plan “Como este no hay”, el cual consta de 10.000 segundos libres mensuales, con fecha de corte los días 23 de cada mes.

- Creación de plan de llamadas

Establecidos los paquetes a ofrecer, se pueden realizar planes de llamadas, dónde se incluyan los paquetes que se desean que tenga la promoción, en este caso se creó el Plan “Asterisk Libre” (Anexo P, Figura P.3).

- Creación de usuario

Teniendo configurado un Plan de Llamada, se crean el o los usuarios inscritos bajo el plan. En esta sección, se debe definir cuánto será el monto inicial del abonado, tipo de moneda en la que se realizará el cobro, plan al cuál se desea inscribir, idioma, entre otros. En el Anexo P (Figura P.4), se observa un usuario creado, el cual tiene un número asociado, que le permitirá el ingreso a una interfaz web, para ver su balance y estadísticas de llamadas realizadas.

4.3.15. Funciones de llamadas para los usuarios

Los servidores Asterisk, poseen programados por defecto diversos números que ofrecen al usuario final la posibilidad de ajustar las funciones de llamadas a su conveniencia sin necesidad de llamar a los administradores de red y con sólo discar el número correspondiente a cada función, entre las funciones se pueden mencionar, activación de llamada en espera, activación del modo “No Molestar”, entre otras. En la tabla mostrada a continuación (Tabla 12), se detallan los números para cada una de las funciones:

Número	Función
*52	Activa la redirección de llamada cuando la extensión no está disponible
*53	Desactiva la redirección de llamada
*62	Llamada despertador
*70	Activa la llamada en espera
*71	Desactiva la llamada en espera
*72	Activa la redirección incondicional
*73	Desactiva la redirección incondicional
*78	Activa la opción de No Molestar (DND), desconectando el teléfono
*79	Desactiva la opción No Molestar (DND)
*90	Activa la redirección cuando la extensión está en uso
*91	Desactiva la redirección cuando la extensión está en uso
*97	Para escuchar los mensajes de voz de la extensión

Tabla 12. Números definidos por Asterisk para las funciones de usuarios

Algunos de los equipos telefónicos utilizados por los usuarios Asterisk, como los Softphone y los teléfonos IP avanzados, incluyen éstas funciones de llamadas dentro del menú principal, de forma que realiza las configuraciones con sólo pulsar un botón en el teléfono y seguir las indicaciones mostradas regularmente en la pantalla del teléfono. En el caso de los equipos telefónicos analógicos que no cuentan con éstos accesos directos, el usuario deberá llamar a los números indicados en la tabla anterior para las configuraciones requeridas.

4.3.16. Costos de implementación

El diseño del modelo de red propuesto involucra un análisis que mide la rentabilidad económica del proyecto y más aún si lo que se plantea es una opción de cambio en la red de comunicación de una compañía. Dicho análisis permite obtener una estimación inicial de los costos asociados a los recursos que se necesitan para la instalación y el mantenimiento de la red.

Cabe destacar que el costo de implementación de la red de VoIP planteada, dependerá de la cantidad de usuarios que se deseen conectar a ella y de la zona geográfica donde se instale el servicio de telefonía, debido a que en Venezuela actualmente existen regiones que ni siquiera cuentan con la plataforma que les haga llegar el servicio de Internet, lo que implicaría una inversión adicional. Por todo lo anterior, no se puede establecer un presupuesto exacto para la red.

Los costos de cada uno de los elementos que constituyen la red de VoIP y los utilizados en la Red Telefónica Pública, serán reflejados de manera individual.

Los primeros elementos considerados en la estimación de costos fueron, los equipos, los programas y el personal, cada uno de ellos relacionados directamente con los usuarios y la red.

Para la administración y mantenimiento de la red, no es necesario un gran número de personas, pero debe haber un personal capacitado, con conocimientos de tecnología IP y centrales telefónicas basadas en Asterisk. El personal encargado de la administración, tiene como responsabilidad, la configuración de las extensiones de nuevos usuarios, modificación de preferencias y/o funciones, entre otras cosas. En cuanto al mantenimiento, el personal estará encargado de las actualizaciones, descarga de paquetes del repositorio y todas aquellas actividades referentes al reajuste y actualización de servidores.

Como se trata de una red de VoIP basada en software libre, los programas requeridos para el normal funcionamiento de la red, incluyendo el sistema operativo de la red, los manejadores de intercomunicación de cada dispositivo conectado a la red y a los servidores, los programas para administración y control de tráfico de la red y todo lo relevante a la seguridad, no acarrearán gasto alguno porque están disponibles en internet para su descarga gratuita. De igual forma, las actualizaciones de todos los programas de aplicación que usan los usuarios de la red se encuentran disponibles en su totalidad sin ninguna inversión monetaria por parte de ellos.

Por el contrario, los equipos que son utilizados directamente por los usuarios y por la red, son los que atribuyen el mayor porcentaje de los costos necesarios para la implementación. La tabla mostrada a continuación (Tabla 13), muestra algunos de los principales equipos y materiales para la implementación.

USADOS POR EL USUARIO	USADOS EN LA RED
Computadoras	Computadoras
Teléfono IP	Tarjeta Digium
Teléfono analógico	Enrutadores

Adaptador Telefónico Analógico	Conmutadores
Punto de acceso inalámbrico	Cable de red
Cable de red	Balún o Acoplador
Tarjeta FXO	

Tabla 13. Principales elementos empleados en la Red VoIP

A continuación, se muestran los precios estimados y características de los elementos listados en la tabla anterior.

- Computadora personal (Figura 20)



Figura 20. Computador Personal Intel Pentium 4 2008, Página web <http://www.cantv.net>

Marca: Lenovo
 Proveedor: CANTV
 Ubicación: Distrito Capital – Venezuela
 Precio: BsF. 2.877,60

Características:

- Procesador Intel Pentium Dual – Core E2140 (1,6GHz)
- Disco Duro SATA 160GB de 7200 RPM
- 1GB en Memoria RAM DDR II, 533 MHz
- Tarjeta principal Intel 945-GC con dos ranuras para memorias, un puerto PS/2 para ratón, ocho puertos USB 2.0, un puerto serial, un puerto paralelo, puerto SATA, dos puertos PCI, 10/100 Mbps
- Tarjeta de video y sonido integrado
- Fax Modem
- Unidad de DVD-R y CD-RW
- Monitor LCD de 17” TFT, 1024x768
- Teclado en español PS/2

- Ratón óptico USB
 - Tarjeta inalámbrica 802.11 b/g
- Central Telefónica Tradicional (Figura 21)



Figura 21. Central Telefónica
2008, Página web <http://www.mercadolibre.com.ve/>

Marca: Panasonic
Modelo: KX-TES824
Precio: Bs.F. 1.200,00

Características:

- Capacidad para 3 líneas y 8 extensiones internas, ampliable a 8 líneas y 24 extensiones
- Música en espera de fábrica y opción de instalar música ambiental

- Teléfono IP (Figura 22)



Figura 22. Teléfono IP Atcom
2008, Página web <http://www.mercadolibre.com.ve/>

Marca: Atcom
Modelo: AT530P
Proveedor: CIST
Ubicación: Edo. Lara – Venezuela

Precio: BsF. 579,12

Características:

- Soporta protocolos SIP e IAX2
- Soporta dos servidores SIP al mismo tiempo
- Dos interfaces Ethernet 10/100 Mbps
- Transferencia de llamada, llamadas en conferencia
- NAT, Firewall
- DHCP cliente y servidor
- Servicio No Molestar (DND), Lista negra, Límite de lista
- Dos puertos RJ45, uno para WAN y uno para LAN

- Teléfono Analógico (Figura 23)



Figura 23. Equipo Telefónico Fijo Siemens
2008, Página web <http://www.cantv.net>

Marca: Siemens

Modelo: Euroset 805S

Proveedor: CANTV

Ubicación: Distrito Capital – Venezuela

Precio: BsF. 54,50

Características:

- Tecla de silencio
- Re-discado del último número marcado
- Botón de transferencia ajustable para adaptarse a centrales telefónicas de diferentes marcas
- Marcación abreviada
- Selección multi frecuencial pulso/tono

- Adaptador Telefónico Analógico (Figura 24)



Figura 24. Adaptador para teléfonos analógicos
2008, Página web <http://www.cantv.net>

Modelo: ATA HT486 Grandstream
Proveedor: CANTV
Ubicación: Distrito Capital – Venezuela
Precio: BsF. 212,55

Características:

- Permite conectar terminales analógicos a un router ADSL o cable
- Convierte la conexión de Internet existente en una línea telefónica de alta calidad para realizar y recibir llamadas telefónicas
- Equipado con dos puertos telefónicos estándares (RJ-11) y un puerto Ethernet (RJ-45)
- Cada conector telefónico opera individualmente con servicio y números telefónicos separados, tal cual como tener dos líneas
- Estándar SIP
- Codecs de voz: G.729, G.711 a-law, G.711 u-law, G.726

- Punto de Acceso Inalámbrico (Figura 25)



Figura 25. Punto de Acceso Inalámbrico
2008, Página web <http://www.mercadolibre.com.ve/>

Modelo: D-Link DWL-2100AP
Proveedor: ThinkService
Ubicación: Edo. Aragua – Venezuela
Precio: BsF. 428,60

Características:

- Cuatro modos de operación: punto de acceso, puente punto a punto, puente punto a multipunto y punto de acceso de cliente
- Antena desmontable con conector RP-SMA
- Encriptación WPA de 128bits
- Rango de cobertura: hasta 100m In-door, hasta 400m Out-door
- Rango de frecuencia: 2,4 a 2,48 GHz

- Conmutador (Figura 26)



Figura 26. Conmutador de 24 puertos
2008, Página web <http://www.mercadolibre.com.ve/>

Modelo: TP-Link 24 Puertos

Proveedor: Celxus Digital

Ubicación: Distrito Capital – Venezuela

Precio: BsF. 284,99

Características:

- 24 puertos Ethernet 10/100 Mbps
- Compatible con IEEE 802.3, estándares de IEEE 802.3u
- Indicadores de led para supervisar la energía, acoplamiento, actividad
- Topología estrella

- Tarjeta Digium (Figura 8)

Modelo: TE420

Proveedor: CommLogik Corporation

Ubicación: Sao Paulo – Brasil

Precio: BsF. 5.001,98

Características:

- Proporciona la terminación de hasta 120 canales de voz o datos, a través de cuatro interfaces E1, T1 o J1
- Permite los circuitos E1 y T1 para ser unidos con el canal de sincronización completa del canal
- El TE420 se puede combinar con el módulo Digium VPMOCT128 basado en la cancelación de eco
- Compatible con la edición comercial Asterisk, AsteriskNOW y código fuente Asterisk
- Soporta los protocolos telefónicos estándares de las industrias incluyendo la señalización Norteamericana y Europea

- FXO, Oficina de Intercambio Externa (Figura 27)



Figura 27. Tarjeta FXO
2008, Página web <http://www.atcom.cn/>

Modelo: ATCOM AX-100P

Proveedor: CIST

Ubicación: Edo. Lara – Venezuela

Precio: BsF. 199,00

Características:

- Soporta una interfaz FXO
- Interfaz PCI 5,0V
- 100 por ciento compatible con Digium
- Detecta identificación del llamante
- Permite troncales, conferencias, música en espera
- Totalmente compatible con Asterisk PBX para llamadas entrantes y salientes

- Cable de Red (Figura 28)



Figura 28. Cable UTP de Red Nivel 5
2008, Página web <http://www.grupocenter.com.ve/>

Proveedor: Electronics Accesori
Ubicación: Edo. Miranda – Venezuela
Precio: BsF. 125,00
Cantidad: 100m

Características:

- Compatible con estándares 568-A y 568-B
- Compatibilidad con sistemas Cat5
- 4 pares AWG 24 UTP

- Balun o Acoplador (Figura 14)

Modelo: 460
Proveedor: Patton Electronics (Comercio Electrónico)
Precio: BsF. 200,00

Características:

- Velocidad de transmisión hasta 2,048Mbps
- Cable coaxial de 75 Ohm a UTP de 120 Ohm
- Conversión bidireccional
- No necesita fuente de alimentación de corriente alterna o baterías
- Disponible con conectores BNC hembra o macho

4.4. FASE IV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RED VOZ SOBRE IP PROPUESTA

Entre las ventajas que ofrece el modelo de red de VoIP propuesto, tanto a la Corporación como a los usuarios comunes que hagan uso de la Telefonía IP, se pueden mencionar:

- Almacenamiento de voz. Se puede obtener acceso al correo de voz VoIP en línea, almacenar conversaciones en el equipo y reproducirlas siempre que desee. Por ejemplo, en el caso de las conferencias, el hecho de que las reuniones VoIP estén disponibles en línea en archivos de audio, brinda la posibilidad de racionalizar o incluso eliminar la necesidad de transcribir las actas correspondientes para las personas que no estuvieron presentes en la conferencia.
- El modelo VoIP es una buena alternativa para quien tiene oficinas en el exterior y hace llamadas a larga distancia constantemente y/o de mucha duración, ya que se evitan los altos cargos de telefonía que son anuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). El ahorro puede ser sustancial para aquellos usuarios que hacen muchas llamadas de larga distancia.
- Gran portabilidad. Puesto que se basa en la red mundial de Internet, los usuarios no están limitados a una ubicación física específica a la hora de obtener los servicios. Solo necesitará disponer de una computadora, una conexión de banda ancha y dependiendo del servicio, un adaptador telefónico para poder realizar llamadas utilizando su cuenta VoIP.
- Las llamadas de VoIP a VoIP, entre cualquier proveedor son generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.
- La mayoría de las aplicaciones permiten correo de voz gratuito.
- El modelo incluye servicios extra por los que la PSTN normalmente cobra un cargo extra, o simplemente no ofrece a sus usuarios, como son las llamadas en videoconferencia, retorno de llamada, llamada en espera,

transferencia de llamadas, marcación activada por la voz, correos electrónicos de voz o identificación de llamadas.

- Los teléfonos VoIP pueden integrarse con otros servicios disponibles en Internet, incluyendo videoconferencias, intercambio de datos y mensajes con otros servicios en paralelo con la conversación, audio conferencias, administración de libros de direcciones e intercambio de información con otros (amigos, compañeros y otros).
- No solo por ser un sistema de código abierto (Open Source) sino por su arquitectura hardware, utiliza plataforma servidor estándar (de propósito no específico) y tarjetas PCI para las interfaces de telefonía.
- Permite el control del tráfico que existe en la red.
- Permite la integración con grandes redes IP actuales, ya que es independientemente del tipo de red física que lo soporta.
- Los equipos terminales pueden estar implementados tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.
- Tiene independencia en las tecnologías de transporte. Tiene menores costos que otras tecnologías.
- La misma infraestructura de la compañía puede prestar más servicios y además la calidad de servicio y la velocidad serían mayores.
- Los recursos destinados a intervenir en el desarrollo de una conversación telefónica IP son menores que los utilizados para poder establecer comunicación mediante la PSTN.
- Capacidad de intercambiar datos, enviar imágenes, gráficos y videos, mientras se está hablando con alguien.
- Al modelo de red se pueden conectar elementos terminales IP o no IP. Entre los primeros se nombra un teléfono IP, un computador multimedia, un fax IP; entre los segundos está un teléfono convencional, un fax convencional. Los primeros son capaces de entregar a su salida la conversación telefónica en formato de paquetes IP, además de ser parte de la propia red IP, mientras que los segundos no, por lo que necesitan de un

dispositivo intermedio que haga esto antes de conectarlos a la red IP de transporte.

- Los gastos de mantenimiento y personal calificado son inferiores por el hecho de tener una red en vez de dos.
- Todos los dispositivos telefónicos aprovechan el cableado Ethernet existente, con lo que simplifica la instalación y mantenimiento del sistema.
- Para instalar una nueva extensión telefónica solamente hay que conectarla a la red de computadoras y el sistema la detecta e instala automáticamente. No es necesario llamar a servicio técnico.
- Los cambios en la configuración de la extensión se pueden realizar a través de una interfaz web. Cualquier usuario mínimamente formado puede realizar cambios en cuestión de minutos.
- Al disponer de operadora automática, se ahorra en costos de personal pues se evita tener a una persona siempre pendiente del teléfono.
- Las delegaciones pueden estar conectadas con la central a través de una conexión ADSL. Las llamadas entre las delegaciones y la central no tienen costo telefónico.
- Un usuario que esté fuera de la oficina puede conectarse también al sistema y convertirse en una extensión más de la empresa.
- Integración total con los sistemas de computadoras actuales. Un ejemplo de esta integración es que se puede marcar el teléfono al que se quiere llamar directamente desde Outlook.
- Se puede usar una computadora personal para establecer las comunicaciones telefónicas. No es necesario usar un teléfono físico. Los usuarios móviles disfrutan de mayor libertad.
- La gestión de las llamadas se potencia gracias a funciones como la operadora automática, el listado de llamadas, desvíos, buzón de voz, entre otras.
- Los suscriptores de VoIP pueden tener números de otros estados.
- Los equipos de teléfono virtual se instalan y activan en cuestión de minutos de una forma sencilla por el mismo usuario para que éste pueda empezar a realizar llamadas por Internet.

- Asterisk incorpora la mayoría de estándares de telefonía del mercado, tanto los tradicionales (TDM) con el soporte de puertos de interfaz analógicos (FXS y FXO) y RDSI (básicos y primarios), como los de telefonía IP (SIP, H.323, MGCP, SCCP/Skinny). Eso le permite conectarse a las redes públicas de telefonía tradicional e integrarse fácilmente con centrales tradicionales (no IP) y otras centrales IP.
- Al ser un sistema abierto dispone una independencia total tanto del proveedor como de las operadoras telefónicas.
- El modelo de red no es un sistema propietario, por lo tanto, genera ahorro en licencias. Posibilidad de aumento de extensiones sin costo de infraestructura.
- Al ser software libre, permite la creación de módulos extra o la personalización de los mismos, que permiten darle nuevas funcionalidades y una mejor adecuación a las necesidades de comunicación que tenga la empresa.

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece este modelo de red basado en telefonía IP hoy en día existen problemas en la utilización de VoIP, debido a que todo sistema lleva inherente una serie de desventajas que pueden crear situaciones incómodas a los usuarios. Estos inconvenientes son productos de limitaciones tecnológicas, que con el constante crecimiento de los avances tecnológicos se verán solucionados en un futuro inmediato, formando así un sistema en el que los usuarios puedan confiar en su totalidad y que no comprometa la integridad de la compañía que ofrece el servicio. No obstante, algunas de estas desventajas todavía persisten y se enumeran a continuación:

- La calidad de la transmisión suele ser un poco inferior a la telefonía conmutada debido a que la información viaja en paquetes y eso puede causar demoras o pérdidas de la misma.

Posible solución: Emplear el protocolo IAX en trayectorias donde la información tenga que atravesar gran cantidad de saltos para poder llegar a su destino evitando la pérdida de paquetes, ya que éste protocolo se caracteriza por ser robusto y apto para este tipo de situaciones. Conocer la

red MetroEthernet de la compañía permite obtener información sobre los enrutadores y conmutadores que existen de un punto a otro, para a partir de allí tomar decisiones.

La demora o retardo de la información para llegar a su destino se puede disminuir indicándole al servidor que utilice un búfer que compense la variación de retardo que se pueda presentar.

- Un atacante que llegue a tener acceso a un servidor VoIP puede obtener acceso a los datos de voz almacenados y al propio servicio telefónico para escuchar conversaciones o hacer llamadas gratuitas a cargo de usuarios.

Posible solución: La posibilidad de ataque a un servidor depende del nivel de seguridad que posea la red, donde por mayor nivel que posea la misma, no se puede emitir un juicio e indicar que se encuentra exenta de intrusiones. El modelo de red al estar basado en Linux se considera seguro, ya que uno de los fuertes de este sistema operativo es la confianza que brinda en servidores, además el sistema se encuentra protegido por claves que se almacenan en la base de datos, y para tener acceso al servidor es necesario ingresar estas claves.

- La telefonía IP utiliza direcciones IP para identificar un número telefónico determinado, el problema es que no existe forma de asociar una dirección IP a un área geográfica, por lo que si un usuario realiza una llamada al servicio de emergencias 911 tendrá que proporcionar él mismo información sobre su ubicación, constándole segundos valiosos.

Posible solución: Incorporar información geográfica dentro de los paquetes de transmisión de VoIP, que permita ubicar en el tiempo y espacio a la persona que posee la emergencia sea donde sea que se encuentre conectada con su línea telefónica IP.

- El modelo VoIP requiere de una conexión eléctrica. En caso de un corte eléctrico, a diferencia de los teléfonos VoIP, los teléfonos de la telefonía convencional siguen funcionando (excepto que se trate de teléfonos inalámbricos). Eso es así porque el cable telefónico es todo lo que un teléfono convencional necesita para funcionar. Por lo tanto, si el servicio

eléctrico se interrumpe los servicios del teléfono IP y el Internet se interrumpen por igual.

Posible solución: Contar con algún tipo de fuente eléctrica para el módem de alta velocidad. Utilizar la tecnología PoE (Power over Ethernet, Alimentación sobre Ethernet) que permite la alimentación eléctrica de dispositivos de red, a través del cable UTP/STP en una red Ethernet.

- Los usuarios quizás no puedan conservar sus números telefónicos actuales cuando cambian de un servicio telefónico estándar a un VoIP.

Posible solución: Manipular los patrones de marcado en el direccionamiento de las llamadas para enmascarar los números.

- En los casos en que se utilice un Softphone, la calidad de la comunicación se puede ver afectada por la computadora, ya que un programa que se inicie y utilice el 100 por ciento de la capacidad del CPU puede comprometer la calidad de la comunicación VoIP.

Posible solución: Utilizar un equipo de computadora con especificaciones de hardware (procesador, disco duro y memoria RAM) buenas o lo suficientemente aceptables.

4.5. FASE V. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Para demostrar el funcionamiento del modelo de red propuesto se estructuraron diversos escenarios, cada uno establecido para validar las llamadas por nivel jerárquico y al sistema como un todo. Las herramientas utilizadas variaron según el tipo de prueba que se ejecutó, entre las cuales se puede mencionar “Wireshark”, el cual es un conocido analizador de paquetes y la consola del servidor en el modo interfaz de línea de comando.

El programa “Wireshark” es software libre y se ejecuta sobre la mayoría de sistemas operativos, es una herramienta capaz de hacerle seguimiento a los paquetes de la red pudiendo identificar y mostrar cada una de las partes de ellos, incluyendo las cabeceras de los protocolos con los que está trabajando e incluso

los datos enviados. La interfaz de línea de comando (CLI), actúa como intermediario para comunicar al usuario con el sistema operativo mediante una ventana que espera órdenes escritas por el usuario en el teclado, los interpreta y los entrega al sistema operativo para su ejecución. La respuesta del sistema operativo es mostrada al usuario en la misma ventana.

4.5.1. Escenario uno. Llamadas entre teléfonos SIP del mismo servidor.

El objetivo fundamental de esta prueba fue reflejar el establecimiento de las llamadas realizadas entre extensiones registradas a un mismo servidor del Plano 1, el cual, según el modelo establecido, utiliza el protocolo de inicialización de sesión (SIP) para conseguir la comunicación. Para esto, se constituyó el escenario de pruebas mostrado en la figura mostrada a continuación (Figura 29), donde se registraron dos usuarios SIP (2401498 y 2401497), escogidos al azar, ya que el comportamiento del sistema es igual para todos, bajo el servidor de Plano 1 CNT (161.196.171.148). Ambos abonados fueron registrados mediante un teléfono por software X-Lite, con el fin de poseer las mismas condiciones.

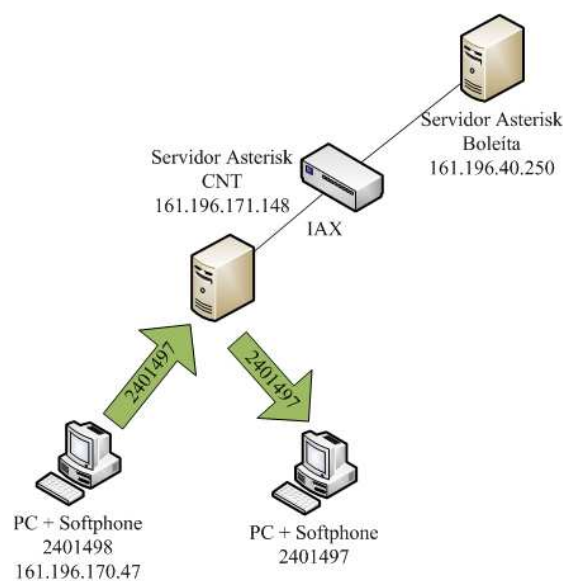


Figura 29. Escenario Número Uno

En la computadora registrada con el número 2401498, se instaló el programa “Wireshark”, para observar el tráfico de paquetes que pasan a través de la interfaz. Para el uso del programa es necesario conocer la dirección IP del computador, la cual era 161.196.170.47.

Primeramente, se realizó una llamada corta monitoreada con “Wireshark”, desde el número 2401498, que tiene una IP asociada 161.196.170.47, hacia el número 2401497. En el Anexo Q (Figura Q.1) se muestra la pantalla principal del programa después de la captura. Se filtraron los paquetes tipo RTP y/o SIP ya que interesaba monitorear las cabeceras de éstos.

La descomposición del paquete SIP en los diferentes protocolos que lo han manipulado permite observar de manera detallada, cada uno de sus parámetros demostrando que se creó la conexión entre las dos computadoras. La Figura Q.1 del Anexo Q, también refleja la información sobre la fuente (2401498@161.196.171.148) y el destino de la llamada (2401497@161.196.171.148), así como el programa usado en el servidor (Asterisk PBX), el estado de la llamada, las opciones habilitadas para ésta y la representación hexadecimal del paquete seleccionado. Al granear el procedimiento de la llamada VoIP se aprecia el envío de paquete SIP y RTP entre 161.196.170.46 (usuario) y 161.196.171.148 (servidor) en el transcurso de ella (Figura Q.2).

Posteriormente, dentro de este mismo escenario se realizó una llamada de duración aproximada de 30 minutos, monitoreada de igual modo que, a diferencia de la prueba anterior, se basó en el estudio de los parámetros de calidad: retardo (jitter), códec, pérdidas de paquetes, entre otros. La Figura Q.3, muestra estos parámetros antes mencionados en conjunto con los valores promedios de calidad de la llamada, los cuales cumplen perfectamente con los establecidos por CANTV, demostrando así el desenvolvimiento satisfactorio del modelo de red para el caso de una llamada dentro del Plano 1.

4.5.2. Escenario Dos. Llamadas entre servidores del Plano 1.

Las llamadas entre servidores del Plano 1, tal y como el modelo de red plantea, se realizan mediante un servidor de Plano 2, que actúa de puente entre ellos, utilizando el protocolo IAX. Para demostrar que las llamadas se realizan bajo este protocolo se instaló el escenario reflejado en la Figura 30, basado en la conexión que inicia un usuario del servidor CNT (2401499) hacia la extensión 2401415 registrada en el servidor de Los Cortijos.

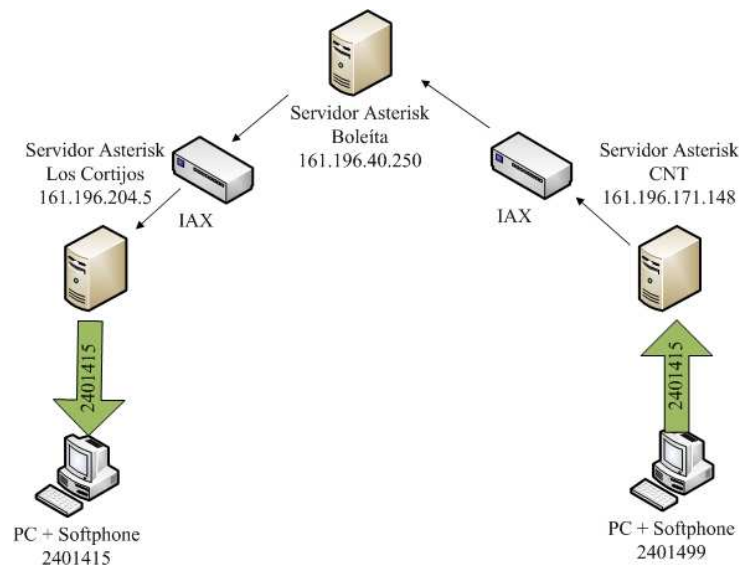


Figura 30. Escenario Número Dos

Estando ambas computadoras registradas a las cuentas SIP (2401499 y 2401415) se procedió a cumplir el escenario número dos. Para esto, mediante la consola de cada servidor se ingresó el comando “asterisk -vvvvvr” con el fin de entrar a la interfaz de la línea de comando (CLI), la cual tiene la capacidad de mostrar los eventos ocurridos dentro del servidor en tiempo real. La cantidad de “v” indica el nivel de detalle (verbosidad) que se desea mostrar en la pantalla de la consola.

Analizando la CLI del servidor Los Cortijos, mostrada en la Figura Q.4 – Anexo Q, se aprecia el proceso de inicio de la llamada. En primera instancia el servidor Los Cortijos verifica los últimos tres dígitos del número marcado y detecta que la llamada debe ser encaminada hacia otro servidor, por lo que realiza un *Dial* vía IAX para establecer conexión con el servidor de Plano 2 Boleíta. Boleíta acepta la llamada y comprueba el códec utilizado.

La consola del servidor de Boleíta al recibir el paquete de voz genera las líneas de comandos mostradas en la Figura Q.5 – Anexo Q, explicadas seguidamente:

- a. Boleíta acepta la llamada autenticada de la dirección IP 161.196.171.148, dirección correspondiente al servidor fuente (CNT), e inicia el proceso de negociación de códec
- b. Al verificar los dígitos 415 (tres últimos dígitos de la extensión marcada por el usuario llamante) reconoce debe enviar la llamada al servidor Los Cortijos (161.196.204.5) mediante el protocolo IAX
- c. El formato con el que llegó la información al servidor de Boleíta era alaw, y el que empleó éste para re direccionar la llamada hacia Los Cortijos fue ulaw, por esto, el servidor en la CLI muestra líneas de comando informando que se está realizando la operación con diferentes formatos de códecs.

Por último, se estudió la interfaz de línea de comando (CLI) del servidor destino (CNT) con la finalidad de verificar que la llamada se estableció correctamente. La Figura Q.6 – Anexo Q, muestra esta interfaz donde claramente se ven representadas las líneas que indican que la llamada recibida vía IAX cuyo número es 415 fue direccionada vía SIP hacia el abonado 2401415. Además se observa el proceso de repique y la prueba de que la llamada fue contestada por el usuario final.

4.5.3. Escenario Tres. Llamadas hacia la red telefónica básica.

En este escenario el servidor de Boleíta encamina hacia la RTB cualquier llamada proveniente de un servidor de plano inferior y que inicie con nueve. Para demostrar que el proceso funciona sin inconveniente se cumplió el escenario mostrado en la Figura 31, donde se registró un usuario en el servidor Los Cortijos con extensión 2401408 y se estableció una llamada hacia la RTB, monitoreada posteriormente a través de la CLI de Asterisk.

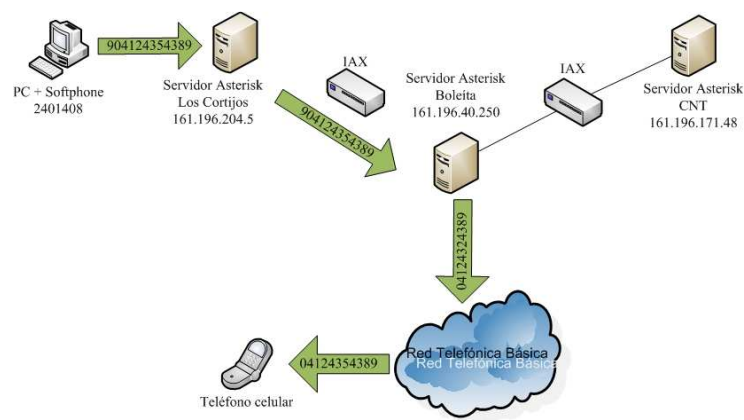


Figura 31. Escenario número tres

Como el servidor de Los Cortijos se encuentra ubicado en el Plano 1, éste debe enviar la llamada hacia un servidor de Plano superior, en este caso Boleíta, para poder encaminarla hacia la red antes mencionada. En la Figura Q.7 – Anexo Q, se muestra el proceso de direccionamiento que el servidor Los Cortijos realiza cuando un abonado registrado en él desea establecer una llamada hacia la RTB. Además se aprecia, como la llamada iniciada con el 2401408 es enviada vía IAX hacia el servidor 161.196.40.250 (Boleíta), donde es aceptada con formato alaw.

Estando ya la información en el servidor de Boleíta se procedió a monitorear ese servidor, para verificar la manera en que se termina de constituir la llamada. En la Figura Q.8 – Anexo Q, se aprecia dicho monitoreo, es decir, el proceso en que la llamada es recibida del servidor de CNT y re direccionada hacia la RTB. Para efectos de estudios se dividió la llamada en cinco etapas:

- a) El servidor Los Cortijos envía una nota de autenticación al servidor Boleíta y es aceptada, a su vez informa sobre el formato de codificación de voz que utiliza la llamada. Boleíta busca dentro de las librerías si tiene este formato disponible y lo acepta
- b) Estando ya autenticada la conexión, la llamada ingresa en el contexto “from-internal”, donde este realiza un *Dial* hacia la línea E1
- c) Se muestra la identificación del usuario llamante
- d) La llamada es aceptada por el usuario destino y se inicia el flujo de datos
- e) Una vez concluida la llamada se cierran los canales de comunicación establecidos, quedando dispuestos para ser usados nuevamente cuando sea requerido.

Las llamadas realizadas bajo este escenario, recorren una mayor cantidad de planos, es por ello que se verificó si hubo diferencia de retardo de paquetes a nivel de usuario (Plano 1). La Figura Q.9 – Anexo Q, presenta la gráfica de la variación de la cantidad de latencia (jitter) tanto de los paquetes de ida (teléfono-servidor), como los de vuelta (servidor-teléfono), durante la llamada de prueba. Los datos en color verde representan el retardo de un paquete a otro con dirección servidor-teléfono y los representados en negro los que tienen dirección teléfono-servidor.

Al analizar con detalle la gráfica, se observa que el jitter promedio es de 10ms, durante el primer minuto de conversación. Esto es atribuido a que durante este período la llamada pasa por múltiples etapas de negociación dentro de la red, donde luego el retardo tiende a disminuir a medida que ésta se estabiliza. Es importante mencionar, que en todo caso estos valores nunca excedieron a los 50 ms, que representa el máximo jitter que puede tener la red según las políticas de calidad de CANTV.

CONCLUSIONES

La integración de la red telefónica tradicional y la red de internet permite aprovechar las características individuales de cada una, formando un sistema confiable. Por lo que el modelo de red propuesto representa una alternativa tecnológica ante la creciente demanda de la telefonía fija.

El sistema posee flexibilidad, ya que soporta diversos protocolos estándares, como por ejemplo, MGCP, IAX, SIP, H.323, permitiendo conexión con otros sistemas de voz IP. Además, como está basado en software de código abierto permite su modificación para adaptarlo a las necesidades del momento.

Los diversos escenarios mostrados en las pruebas realizadas para la validación del modelo de red, demostraron el buen desempeño del sistema y el cumplimiento de las características de calidad exigidas por CANTV.

La creación de rutas redundantes en la red permite la alta disponibilidad del sistema.

La integración de voz y datos en la misma red, reduce los gastos de implantación del modelo propuesto, siendo considerablemente menores que utilizando las centrales telefónicas tradicionales.

La red se considera confiable, porque puede dar servicio comercial de calidad a un costo moderado, en comparación con las redes conmutadas tradicionales, representando una alternativa altamente factible para la implementación en zonas donde aún no existe el servicio telefónico fijo.

El sistema tarifador A2Billing, al poseer todas las características propias de un tarifador tradicional capaz de llevar el registro de movimientos de usuarios y generar cobro automático, se convierte en una clara ventaja dentro del modelo de red de VoIP.

El modelo de red propuesto, es un modelo general, por lo tanto, las características que posea un segmento de red particular dependerán siempre de las

condiciones geográficas y de la población a la cual se desee dar servicio. Por lo que, antes de implementarlo, se debe hacer un estudio detallado de la zona, incluyendo las proyecciones del tráfico telefónico.

El uso de un sistema operativo bajo software libre en cada equipo servidor, permite a la Corporación la ampliación de sus infraestructuras sin verse afectados por grandes gastos en licencias.

El modelo de red, constituyendo un sistema híbrido, es capaz de establecer la comunicación entre la red Asterisk diseñada, cualquier compañía proveedora de telefonía IP y la red telefónica básica actual en Venezuela.

La red VoIP, permite integrar a los actuales usuarios de la red telefónica conmutada sin afectarlos económicamente, es decir, los aparatos telefónicos convencionales no son dejados a un lado sino que se integran a la red.

RECOMENDACIONES

En la posibilidad de que la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, evalúe la implementación de la propuesta del modelo de red de VoIP planteada en el presente Trabajo Especial de Grado, se recomienda lo siguiente:

- Realizar un estudio de la población para estimar cuántos abonados se registrarán por segmento de red y así determinar las características de hardware y software de cada servidor.
- Capacitar al personal que se encargará del proceso de instalación, configuración y mantenimiento de las centrales telefónicas Asterisk, evitando fallas en la implementación del modelo de red y en su funcionamiento.
- Analizar exhaustivamente los procedimientos y configuraciones establecidas en el presente trabajo, tales como, los patrones de marcado, las extensiones, las troncales, entre otros, para asegurar que se adapten a los requerimientos de la empresa y de ser necesario modificarlos.
- Utilizar computadoras personales con procesadores de alta velocidad, para la implementación del servicio en lugares con alta población y alto tráfico telefónico.
- Dedicar tiempo, esfuerzo y recursos, tanto humanos como económicos, para la investigación de tecnologías que permitan solucionar las debilidades que actualmente poseen las redes de telefonía IP a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Noviembre, 1999. Artículo 110.
- [2] Ley Orgánica de Telecomunicaciones de la República Bolivariana de Venezuela. Febrero, 2000. Artículos 4, 6, 12 y 49.
- [3] Gaceta Oficial N° 38.095. Decreto 33.390. República Bolivariana de Venezuela . Diciembre, 2004. Artículo 1.
- [4] Gaceta Oficial N° 36.995. Decreto N° 825. República Bolivariana de Venezuela. Mayo, 2000. Artículos 1, 3 y 10.
- [5] Ley Especial Contra los Delitos Informáticos. Gaceta Oficial N° 37.313. República Bolivariana de Venezuela. Octubre, 2001.
- [6] Tamayo y Tamayo, Mario. *El Proceso de la Investigación Científica*, (Libro). – México: Ed. Limusa, 2003. p. 175.
- [7] Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. *Metodología de la Investigación*, (Libro). – México: Ed. McGraw Hill, 2003. p. 119.
- [8] Ander, Egg. *Técnicas de Investigación Social*, (Libro). – Buenos Aires: Ed. Lumen, 1995. p. 68.

[9] Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales*, (Libro). – Caracas:Venezuela: Ed. de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2003. p. 14, 15 y 17.

[10] Arias, Fidias. *El Proyecto de Investigación*. (Libro). – Caracas:Venezuela: Ed. Episteme, 1999. p. 10.

[11] Bernal, C. *Metodología de la Investigación para Administración y Economía*. (Libro). – Colombia: Ed. Prentice Hall, 2000. p. 173.

BIBLIOGRAFIA

Asterisk. Asterisk, The Open Source PBX & Telephony Platform [en línea]. <<http://www.asterisk.org/>> [Consulta: 2008]

A2Billing [en línea]. <<http://www.asterisk2billing.org/>> [Consulta: 2008]

Calero, Alejandro. Redes Telefónicas Públicas Conmutadas. Primera conferencia del capítulo de comunicaciones IEEE [en línea]. <<http://ingenierias.uanl.mx/1/pdf>> [Consulta: 2008]

CANTV. Compañía Nacional Teléfonos de Venezuela [en línea]. <<http://www.cantv.com.ve>> [Consulta: 2008]

CONATEL. Comisión Nacional de Telecomunicaciones [en línea]. <<http://www.conatel.gov.ve/>> [Consulta: 2008]

COUNTERPATH. Softphone X-Lite [en línea]. <<http://www.counterpath.com/>> [Consulta: 2008]

DIGIUM. The Asterisk Company [en línea]. <<http://www.digium.com/en/>> [Consulta: 2008]

Equipos y Soluciones.com [en línea]. <<http://www.equipsoluciones.com>> [Consulta: 2008]

Escalante, Maribel. Estudio de factibilidad técnica para la migración parcial o total de la red telefónica TDM internacional de CANTV a voz sobre IP de la tesis de grado de la Especialización de Gerencia Mención Redes y Telecomunicaciones. [en línea]. <<http://es.geocities.com/mari0411ve/TEG.htm>> [Consulta: 2008]

EsLaRed. Fundación Escuela Latinoamericana de Redes [en línea]. <<http://www.eslared.org.ve>> [Consulta: 2008]

Haykin, Simon. Sistemas de Comunicación, México: Editorial Limusa. 2002

INE. Instituto Nacional de Estadísticas [en línea]. <<http://www.ine.gob.ve>> [Consulta: 2008]

Mercado Libre [en línea]. <<http://www.mercadolibre.com.ve>> [Consulta: 2008]

NCH SOFTWARE. Axon Virtual PBX Software [en línea]. <<http://www.nch.com.au/pbx/index.html>> [Consulta: 2008]

Patton Electronics [en línea]. <<http://www.patton.com>> [Consulta: 2008]

PBXNSIP. Sip-based PBX for VoIP telephony [en línea]. <<http://www.pbxnsip.com/>> [Consulta: 2008]

PNUD. Información sobre la República Bolivariana de Venezuela [en línea]. <http://www.pnud.org.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=56&itemid=83> [Consulta: 2008]

Revista Razón y Palabra [en línea].
<<http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/mundo/2005/febrero.html>>
[Consulta: 2008]

Santone, Francisco. Propuesta para la incorporación de nuevos servicios en la red de CANTV de la tesis de grado de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. (Tesis). – Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2007.

SEAQ SERVICIOS CIA LTDA. SEAQ VoIP PBX [en línea].
<<http://www.seaq.com.co/pbx.htm>> [Consulta: 2008]

SOLUTEC PERÚ. Asterisk Central Telefónica PBX [en línea].
<<http://www.solutecperu.com/asterisk.html>> [Consulta: 2008]

SOMOSLIBRES.ORG. Tecnologías Libres [en línea].
<<http://www.somoslibres.org/>> [Consulta: 2008]

Sousa, Armando y Días, Danny. Implementación de una central telefónica privada de VoIP bajo software libre con tarificador para la Gerencia de Direccionamiento Tecnológico de CANTV de la tesis de grado de la Escuela de Telecomunicaciones de U.N.E.F.A. (Tesis). — Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, 2007.

SUNRISE TELECOM INCORPORATED. Introducción to Signaling System N°7. Technology Series. 2001

Técnico en Telecomunicaciones Tomo 1. Madrid, España. Editorial Cultural. 2001

UIT. Unión Internacional de Telecomunicaciones [en línea].
<<http://www.itu.int/net>> [Consulta: 2008]

Uzcátegui, Sergio. Análisis de procedimientos de migración de la plataforma SDH y PDH a nodos multi servicio con interconexión IP enmarcados en el proyecto Neurona de la Corporación CANTV de la tesis de grado de la Escuela de Telecomunicaciones de U.N.E.F.A. (Tesis). – Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, 2007.

Voip en Español [en línea]. <<http://voip.megawan.com.ar>> [Consulta: 2008].

GLOSARIO

Abonado: persona suscrita para recibir un servicio.

Ancho de banda: cantidad de información que puede transmitirse a través de una conexión por unidad de tiempo. Se suele medir en bits por segundo.

Datagrama: es un fragmento de paquete enviado con suficiente información para ser encaminado hasta el equipo receptor, de forma independiente al resto del paquete.

Dirección IP: número de 32 bits que identifica una interfaz de red.

FXO: es un dispositivo de computador que permite conectar éste a la Red Telefónica Básica y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas telefónicas.

FXS: tarjeta que permite conectar teléfonos analógicos normales a un ordenador y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas hacia el exterior o hacia otras interfaces FXS.

HDB3: es un código binario usado en telecomunicaciones basado en código AMI, que tiene como principal característica invertir la polaridad de los uno para eliminar la componente continua.

IP: conjunto de reglas que regulan la transmisión de paquetes de datos, a través de Internet.

ITU: es la organización especializada de las Naciones Unidas, encargada de regular las telecomunicaciones a nivel internacional.

NAT: mecanismo utilizado por enrutadores IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles.

Servidor: computadora, dispositivo o programa que gestiona las tareas pesadas y distribuye los recursos dentro de una red, proveyendo la información requerida por los usuarios de esa red, es decir, coloca ciertos recursos a disposición de otras

computadoras (los clientes). Estos recursos pueden ser datos, aplicaciones, impresoras, entre otros.

Sistema híbrido: sistema que emplea técnicas tanto analógicas como digitales.

Softphone: es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora.

Software propietario: se refiere a cualquier programa informático, en el que los usuarios tienen limitadas las posibilidades de usarlo, modificarlo o redistribuirlo (con o sin modificaciones), o cuyo código fuente no está disponible o el acceso a éste se encuentra restringido.

Telefonía fija: es aquella que hace referencia a las líneas y equipos que se encargan de la comunicación entre terminales telefónicos no portátiles, y generalmente enlazados entre ellos o con la central por medio de conductores metálicos.

Topología: disposición física de los nodos de una red.

Troncal: es una ruta de comunicación principal, en la cual convergen canales de diferentes lugares.

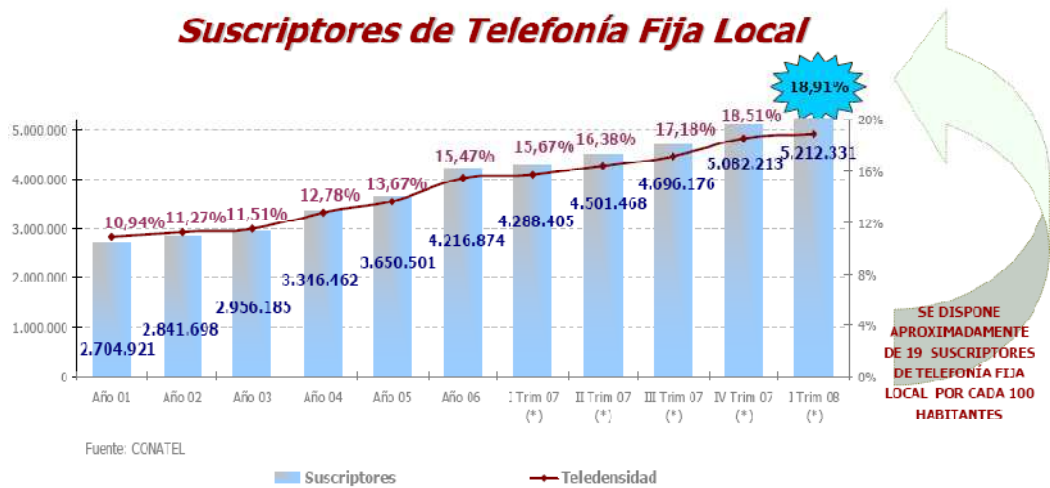
[ANEXO A]

INDICADORES ANUALES DEL SECTOR DE TELEFONÍA FIJA LOCAL Y
RURAL, AÑOS 2000 - 2008

[ANEXO B]

ESTIMACIÓN DE LOS SUSCRIPTORES DE TELEFONÍA FIJA LOCAL AL
CIERRE DEL I TRIMESTRE DE 2008

Suscriptores de Telefonía Fija Local



(*) Cifras preliminares.

Se han incorporado desde el I trimestre de 2007 hasta el I trimestre de 2008 un total de 923.925 nuevos suscriptores de telefonía fija lo que representa un incremento de 21,54% al comparar con el I trimestre del año 2007.

Figura B.1. Suscriptores de Telefonía Fija Local

[ANEXO C]

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN EN ASTERISK DE VOCES EN
ESPAÑOL EN ASTERISK

1. Se ingresa al directorio respectivo
`cd /usr/src`
2. Se crea el sub directorio para las voces
`mkdir voces`
3. Se ingresa al sub directorio creado
`cd voces`
4. De la página web indicada anteriormente se descargan los paquetes de voces:
`wget http://www.voipnovatos.es/voces/voipnovatos-core-sounds-es-alaw-L4.tar.gz`
`wget http://www.voipnovatos.es/voces/voipnovatos-extra-sounds-es-alaw-L4.tar.gz`
5. Se descomprimen los paquetes descargados:
`tar -zxvf voipnovatos-extra-sounds-es-ulaw-L4.tar.gz`
`tar -zxvf voipnovatos-extra-extra-es-ulaw-L4.tar.gz`
6. Se mueven cada uno de los directorios descomprimidos hacia la ubicación correcta, según las especificaciones de Asterisk:
`mv /usr/src/voces/es /var/lib/asterisk/sounds/es/`
`mv /usr/src/voces/digits/es /var/lib/asterisk/sounds/es/digits/`
`mv /usr/src/voces/dictate/es /var/lib/asterisk/sounds/es/dictate/`
`mv /usr/src/voces/letters/es /var/lib/asterisk/sounds/es/letters/`
`mv /usr/src/voces/silence/es /var/lib/asterisk/sounds/es/silence/`
`mv /usr/src/voces/followme/es /var/lib/asterisk/sounds/es/followme/`
`mv /usr/src/voces/phonetic/es /var/lib/asterisk/sounds/es/phonetic/`
7. Luego de tener las voces en los directorios específicos, se procede a indicar al software Asterisk que las debe utilizar, de la siguiente manera:
 - 7.1. Se edita el archivo de configuración *asterisk.conf*
`nano /etc/asterisk/asterisk.conf`
En la línea: [general]
 languageprefix=yes
 - 7.2. Se edita el archivo de configuración *sip.conf*
`nano /etc/asterisk/sip.conf`

En la línea: [opciones]

language=es

[ANEXO D]

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA E INSTALACIÓN DE CÓDECS EN
ASTERISK

En la página web <http://asterisk.hosting.lv> se encuentran los paquetes necesarios para descargar.

1. Estando en la consola del servidor Asterisk, se ingresa al directorio *modules*:

```
cd /usr/lib/asterisk/modules
```

2. Se descargan los códec dentro del directorio indicado en el paso anterior:

```
wget http://asterisk.hosting.lv/bin/codec\_g729-ast14-icc-glibc-pentium4.so
```

```
wget http://asterisk.hosting.lv/bin/codec\_g723-ast14-icc-glibc-pentium4.so
```

3. Se guarda el fichero:

```
Ctrl+O
```

4. Por último, se reinicia el servidor:

```
service asterisk restart
```

[ANEXO E]

CONFIGURACIÓN SIP DE ASTERISK

1. Se ingresa al directorio */etc/asterisk*:

```
cd /etc/asterisk
```

2. Se edita el archivo de configuración correspondiente:

```
nano sip.conf
```

En la sección [general], se define:

- 2.1.Lenguaje a utilizar:

```
language=es
```

- 2.2.Envío de llamadas SIP desconocidas al contexto definido en el archivo de configuración extensions.conf:

```
context=from-sip-external
```

- 2.3.Puerto UDP estándar para conexiones SIP:

```
bindport=5060
```

- 2.4.Se indica a Asterisk que escuche todas las direcciones IP:

```
bindaddr=0.0.0.0
```

- 2.5.Desactivación de todos los códecs:

```
disallow=all
```

- 2.6.Activación del códec G.711u:

```
allow=ulaw
```

- 2.7.Activación del códec G.711a:

```
allow=alaw
```

- 2.8.Activación del códec G.729:

```
allow=g729
```

- 2.9.Activación del códec GSM:

```
allow=gsm
```

- 2.10. Compensación de la variación de retardo (jitter):

```
jitterbuffer=yes
```

- 2.11. Se comentan las siguientes líneas:

```
#include sipgeneraladditional.conf
```

```
#include sip_general_custom.conf

#include sip_nat.conf


#include sip_registrations_custom.conf

#include sip_registrations.conf

#include sipadditional.conf

#include sip_custom.conf

#include sip_custom_post.conf
```



The image shows a terminal window titled "root@trixbox1:/etc/asterisk" with the GNU nano 1.3.12 editor open to the file "sip.conf". The editor displays the following configuration content:

```
do not edit this file, this is an auto-generated file by freepbx
; all modifications must be done from the web gui

[general]
language=es
context=from-sip-external
bindport=5060
bindaddr=0.0.0.0
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=g729
allow=gsm

jitterbuffer=yes

[sipp]
type=friend
```

The bottom of the terminal window shows a standard nano editor command palette with options like "Get Help", "Exit", "WriteOut", "Justify", "Read File", "Where Is", "Previ Page", "Next Page", "Cut Text", "UnCut Text", "Cur Pos", and "To Spell".

Figura E.1. Archivo de configuración *sip.conf* editado
2008, Consola del servidor Asterisk

[ANEXO F]

CONFIGURACIÓN DE EXTENSIONES DE USUARIOS EN LA INTERFAZ
WEB “FreePBX”

Se ingresa a la interfaz web FreePBX, colocando en la barra de direcciones del navegador web:

<http://dirección IP del servidor/usuario/>

Los campos esenciales para configurar una extensión y crear una línea SIP, son los siguientes:

The screenshot shows the FreePBX web interface for configuring extension 2401416. The interface is in Spanish. The top navigation bar includes 'Admin', 'Informes', 'Panel', 'Grabaciones', and 'Ayuda'. The sidebar menu on the left is organized into sections: 'Setup Tools', 'Admin', 'B´sico', 'Inbound Call Control', and 'Internal Options & Configuration'. The main content area is titled 'Extensión: 2401416' and includes the following sections:

- Eliminar Extensión 2401416** and **Add Follow Me Settings**
- Editar Extensión**
- Nombre asociado:** Jesellys Garcia
- CID Num Alias:** [Empty field]
- SIP Alias:** 2401416
- Opciones de la extensión**
- Direct DID:** [Empty field]
- DID Alert Info:** [Empty field]
- Music on Hold:** default
- CallerID de Salida:** [Empty field]
- Ring Time:** Opción por defecto
- Call Waiting:** Activar
- CID de emergencia:** [Empty field]
- Opciones del dispositivo**
- This device uses sip technology.**
- secret:** 7160
- dtmfmode:** rfc2833
- canreinvite:** no
- context:** from-internal
- host:** dynamic
- type:** friend
- nat:** yes
- port:** 5060
- qualify:** yes
- callgroup:** [Empty field]
- pickupgroup:** [Empty field]
- disallow:** [Empty field]
- allow:** [Empty field]
- dial:** SIP/2401416
- accountcode:** [Empty field]
- mailbox:** 2401416@device
- Configuración del Fax**

On the right side, there is a 'Añadir Extensión' dropdown menu showing a list of existing extensions, including 'Jesellys Garcia <2401416>' which is highlighted.

Figura F.1. Campos para la creación de extensiones en Trixbox 2008, Interfaz gráfica Trixbox

Luego de configurar las extensiones, el archivo *sipadditional.conf*, las refleja en consola de la siguiente manera:

[2401416] (Define una extensión específica)

type=friend (Defina la clase de conexión para el cliente, friend implica que puede recibir y realizar llamadas a través de Asterisk)

secret=7160 (Contraseña)

record_out=Adhoc (Parámetros para guardar las llamadas)

record_in=Adhoc

qualify=yes (Monitorea la latencia entre el servidor y el teléfono)

port=5060 (Puerto habilitado para las conexiones SIP)

pickupgroup= (Indica de que grupos puede tomar las llamadas)

nat=yes (Cuando el servidor se encuentra detrás de un NAT)

mailbox=2401416@device (Define el buzón de voz)

host=dynamic (El teléfono se puede registrar desde cualquier IP)

dtmfmode=rfc2833 (Especifica el método por el cual se enviarán los tonos)

dial=SIP/2401416 (Permite que la llamada ingrese al 2401416)

context=from-internal (Contexto donde entrarán las llamadas SIP)

canreinvite=no (Permite que el tráfico RTP pase por el sistema Asterisk)

callgroup= (Indica a qué grupo pertenece el usuario)

callerid=device <2401416> (Identificador de llamadas)

accountcode= (Código de cuenta)

call-limit=50 (Límite de canales de entrada y salida)

[ANEXO G]

CONFIGURACIÓN DE PLAN DE MARCADO EN EL SERVIDOR ASTERISK

1. Se edita el archivo de configuración *extensions.conf*:

```
nano /etc/asterisk/extensions.conf
```

2. Se definen cada uno de los parámetros de la manera siguiente:

```
[from-internal]
```

```
include => from-internal-xfer
```

```
include => bad-number
```

```
include => a2billing
```

```
exten =>
```

```
_9X.,1,Dial(IAX2/1002:1002@161.196.40.250/${EXTEN},30,r)
```

```
exten => 2401400,1,Answer
```

```
exten => 2401400,2,Goto(ivr-13,s,1)
```

```
exten => 2401400,3,Hangup
```

```
exten => 400,1,Answer
```

```
exten => 400,2,Goto(ivr-13,s,1)
```

```
exten => 400,3,Hangup
```

```
exten => 2401419,1,Answer
```

```
exten => 2401419,2,Dial(Sip/2401419,45,Tt)
```

```
exten => 2401419,3,WaitMusiconHold(10)
```

```
exten=> 2401419,5,Goto(SIP/10.1.6.33,s,1)
```

```
exten => 2401419,n,Voicemail(2401419)
```

```
exten => 2401419,n,Hangup
```

```
exten => 401,1,Answer
```

```
exten => 401,n,Dial(Sip/2401401,45,Tt)
```

```
exten => 401,n,Voicemail(2401401)
```

exten => 401,n,Hangup

exten => 401,102,Voicemail(2401401)

exten => 401,103,Hangup

Lo mostrado anteriormente es sólo una parte del archive de configuración *extensions.conf*.

La configuración se realizó de manera que cuando una llamada se hiciera a una extensión, como por ejemplo, 2401400, Asterisk en su primera prioridad la conteste (Answer), luego marcar al usuario SIP 2401400 durante 45 segundos. La opción Tt, permite al usuario llamante transferir la llamada pulsando # (opción T) y al usuario llamado también (opción t). Si el caso fuese Ttm, además de las opciones antes mencionadas, se escucharía música de fondo mientras el otro usuario contesta.

La tercera prioridad, permite al usuario dejar un mensaje de voz para la casilla 2401400 en caso de que la extensión llamada no conteste. Luego, el sistema colgará la llamada.

La extensión con prioridad 102, indica que si la primera extensión no se cumple, ya sea porque el usuario al que se llama está ocupado o se encuentra desconectado, salta al buzón de mensajes automáticamente para luego finalizar la llamada.

[ANEXO H]

CONFIGURACIÓN DE TELÉFONO POR SOFTWARE (SOFTPHONE) PARA
EL SISTEMA OPERATIVO MICROSOFT WINDOWS

1. Ejecutar el programa X-Lite
2. Posicionar el cursor sobre él y presionar el botón derecho del mouse. En el menú, seleccionar la opción Configuración de la cuenta SIP - “SIP Account Settings” (Figura H.1)



Figura H.1. Menú del X-Lite 3.0

3. En la ventana en blanco que se despliega, se agrega la nueva cuenta SIP presionando la opción Añadir – “Add” (Figura H.2).

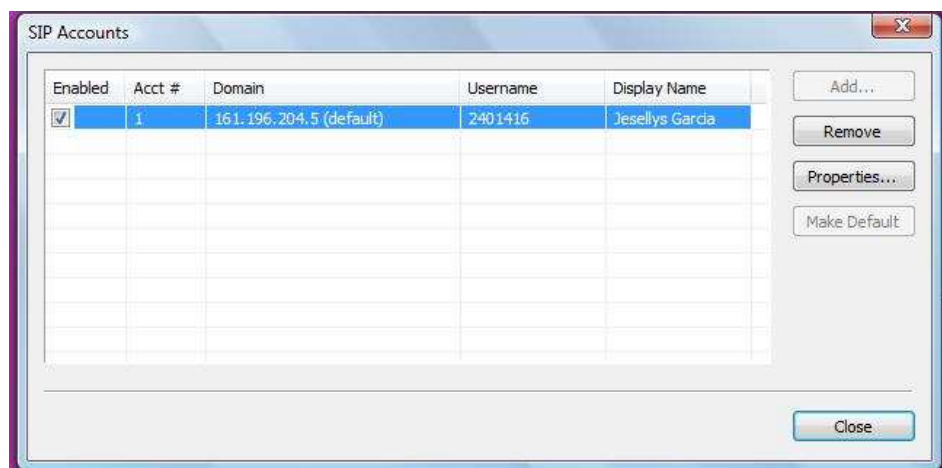


Figura H.2. Cuadro de cuentas SIP

4. Se despliega una nueva ventana donde se deben llenar una serie de campos con los datos del usuario (Figura H.3).

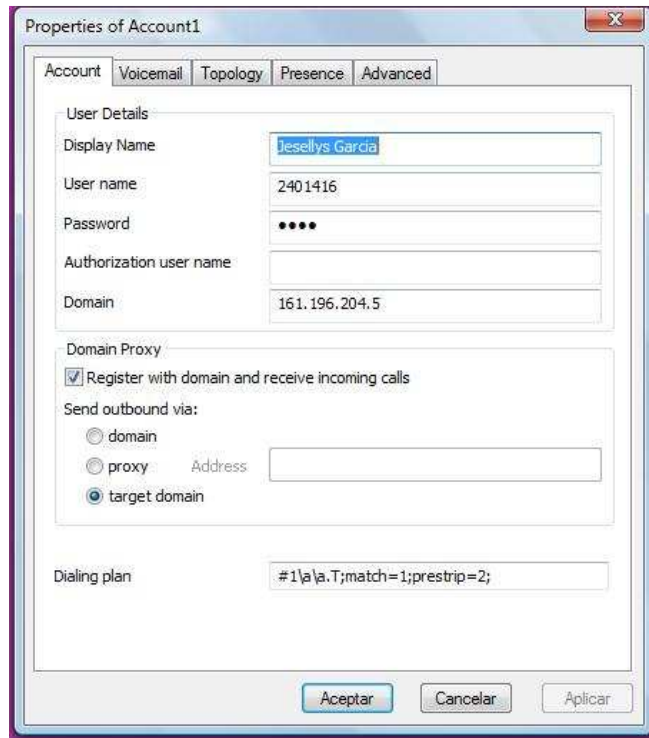


Figura H.3. Propiedades de la cuenta

Luego de rellenar cada uno de los campos antes indicados, se aplican los cambios al presionar el botón “Aceptar”, registrándose el Softphone con la cuenta SIP al servidor Asterisk y mostrándose en la ventana principal que está listo para usarse (Figura H.4).



Figura H.4. Softphone configurado

5. La configuración de los dispositivos de audio y video (micrófono, auricular y cámara), se realizan presionando el botón derecho del mouse sobre la ventana principal, seleccionando Opciones – “Options”. En la nueva ventana desplegada, se selecciona la opción Dispositivo - “Device” para seleccionar los dispositivos adecuados (Figura H.5).

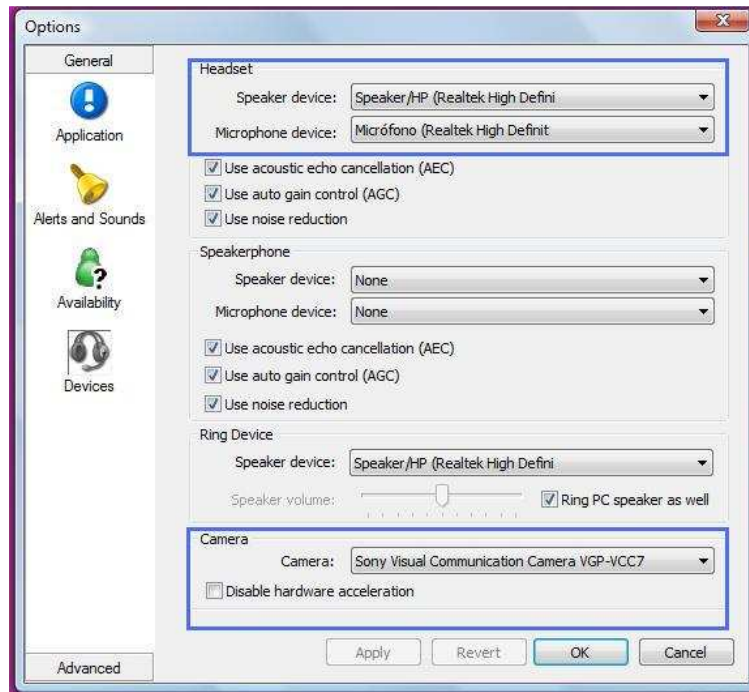


Figura H.5. Selección de dispositivos periféricos

6. El último paso es, verificar que los códecs de alta compresión estén habilitados, permitiendo así la reducción del ancho de banda utilizado en las conversaciones. Esto se verifica en la misma ventana de Opciones – “Options”, seleccionando la opción Avanzada – “Advanced” ubicada en la parte inferior izquierda, eligiendo luego la opción Códecs de Audio – “Audio Codecs” en el nuevo menú desplegado. Se debe verificar que al menos los códecs G729, G711 alaw, G711 ulaw, iLBC y GSM estén activados, de lo contrario, se deben habilitar (Figura H.6).

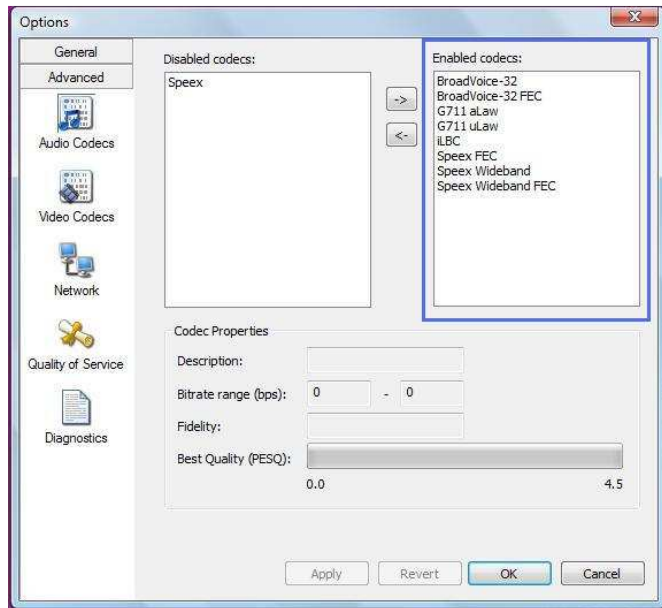


Figura H.6. Activación de códecs

[ANEXO I]

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE
TELÉFONO POR SOFTWARE (SOFTPHONE) PARA UN SISTEMA
OPERATIVO GNU/LINUX

El procedimiento para la instalación del Teléfono por Software se describe a continuación.

Luego de descargar el paquete del softphone:

1. Se ingresa a la ruta siguiente en el menú de GNU/Linux, para ingresar a la consola:

Aplicaciones -> Accesorios -> Terminal

2. Se ubica en el directorio donde fue descargado el paquete, en este caso fue en el escritorio (Desktop):

```
cd /home/usuario/Desktop
```

3. Se listan los archivos que se encuentran dentro del directorio, para verificar que contenga el paquete descargado (X-Lite_Install.tar.gz):

```
ls -l
```

4. Se descomprime el paquete:

```
tar xvfz X-Lite_Install.tar.gz
```

5. Se ingresa a la carpeta generada al descomprimir el paquete:

```
cd xten-xlite
```

6. Se añade el permiso de ejecución al archivo:

```
chmod u+x xtensoftphone
```

7. Se ejecuta el archivo:

```
./xtensoftphone
```

De esta manera, ya se encuentra instalado el software telefónico X-Lite en el equipo, quedando sólo el proceso de configuración.

Los pasos a seguir para configurar el Softphone son muy parecidos a los mostrados para Microsoft Windows (ANEXO H) y se muestra a continuación:

1. Presionando el botón indicado en la siguiente figura (Figura I.1) se accede al menú principal del Softphone X-Lite.



Figura I.1. Menú principal del Softphone X-Lite 2.0

2. En la pantalla del menú principal se seleccionan las opciones: Configuración del Sistema – “System Settings” > “SIP Proxy” > [Default]. Se desplegará una ventana como la que se muestra en la Figura H.2, donde se deben llenar los campos referentes a las propiedades de la cuenta.



Figura H.2. Configuración de la cuenta

Enabled: Yes

Display name: Jesellys Garcia

Username: 2401416

Password: ****

Domain/Realm: 161.196.204.5

SIP Proxy: 5060

Las demás opciones pueden quedar sin modificación.

3. Al completar la información antes mencionada se aplican los cambios y de esta forma el Softphone se registra con la cuenta SIP al servidor Asterisk.

[ANEXO J]

CONFIGURACIÓN EQUIPOS TELEFÓNICOS IP (HARDPHONE)

La configuración se realiza mediante el uso de un navegador web, ingresando a: <http://IP-equipo-telefónico:9999/>, siguiendo los pasos siguientes:

1. La página principal de configuración es la de gestión (Figura J.1), donde presionando la opción de Cambio - “Change”, se asigna una contraseña para autenticación cada vez que se ingrese a la página. En este mismo ambiente se deben habilitar las funciones TFTP Server y FTP Client.

Web Login Setting	
User Name	<input type="text"/>
Password	<input type="password"/> <input type="button" value="Change"/>
Date/Time	
NTP Server IP	<input type="text"/>
Time Zone	(GMT-04:00) Atlantic Time <input type="button" value="v"/>
<input type="checkbox"/> Daylight Saving	
TFTP Server	
TFTP Server	<input type="radio"/> Disable <input checked="" type="radio"/> Enable
FTP Client	
FTP Client	<input type="radio"/> Disable <input checked="" type="radio"/> Enable
Remote Config	
Remote Config Password	<input type="password"/>

Figura J.1. Página de configuración de gestión

2. Seleccionando la opción Configuración de Red – “Settings Network” en el listado izquierdo de la página, se asigna la configuración de la dirección IP (DHCP, PPPoE ó IP Estática) (Figura J.2).

DHCP / PPPoE / Static IP	
<input checked="" type="radio"/> DHCP <input type="radio"/> PPPoE <input type="radio"/> Static IP	
DNS Setting	
DNS Server	<input type="text"/>

Figura J.2. Configuración de la red

3. Las características SIP son tratadas en Configuración SIP – “SIP Settings”, allí se deben introducir datos relacionados con, puerto para conexión, dirección IP del servidor, entre otros (Figura J.3).

Management	SIP Phone Setting	
Network Settings	SIP Phone Port Number	5060 [1024 - 65535]
SIP Settings	Registrar Server	
SIP Account Settings	Registrar Server Domain Name/IP Address	161.196.171.148
STUN & UPnP Settings	Registrar Server Port Number	5060 [1024 - 65535]
Voice Settings	Authentication Expire Time	3600 sec. (Default: 3600 sec.) [60 - 9999]
Phone Settings	Outbound Proxy Server	
Call Tracing Log	Outbound Proxy Domain Name/IP Address	161.196.171.148
Phone Book	Outbound Proxy Port Number	5060 [1024 - 65535]
Speed Dial	Others	
Line Key Settings	Session Timer	1800 sec. [90 - 99999]
Restart System	Media Port	41000 [1024 - 65535]
	Prack	<input type="radio"/> Disable <input checked="" type="radio"/> Enable
	Session Refresher	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> UAC <input type="radio"/> UAS
	Session Timer Method	<input checked="" type="radio"/> Invite <input type="radio"/> Update
	UDP/TCP	<input checked="" type="radio"/> UDP <input type="radio"/> TCP

Figura J.3. Configuración del Protocolo de inicio de sesión

4. Thomson ST284, ofrece la disposición de cuatro cuentas SIP. El valor por defecto de la SIP es la cuenta número uno, pudiendo configurar en el teléfono la que se desee. Se activa (Enable) la de preferencia, se ingresa el nombre para mostrar, el nombre de usuario SIP, la autenticación y contraseña (Figura J.4).

Management	SIP Account Setting	
Network Settings	Default Account	Account 1
SIP Settings	Account 1 Setting	
SIP Account Settings	Account Active	<input type="radio"/> Disable <input checked="" type="radio"/> Enable
STUN & UPnP Settings	Display Name	2401417
Voice Settings	SIP User Name	2401417
Phone Settings	Authentication User Name	2401417
Call Tracing Log	Authentication Password	2401417
Phone Book	Register Status	Register
Speed Dial	Account 2 Setting	
Line Key Settings	Account Active	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable
Restart System	Display Name	
	SIP User Name	
	Authentication User Name	
	Authentication Password	
	Register Status	UnRegister

Figura J.4. Configuración de cuentas SIP

5. Al seleccionar la opción Configuración de voces – “Voice Settings”, se introducen las prioridades de códecs. El equipo telefónico ST284, soporta los códecs G.711, G.723.1 y G.729A, por lo que una opción considerable es darle prioridad principalmente al códec G.729A, seguido del G.711 u-law como se refleja en la Figura J.5.

<ul style="list-style-type: none"> ▲ Management ◆ Network Settings ◆ SIP Settings ◆ SIP Account Settings ◆ STUN & UPnP Settings ◆ Voice Settings ◆ Phone Settings ◆ Call Tracing Log ◆ Phone Book ◆ Speed Dial ◆ Line Key Settings ◆ Restart System 		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Voice Setting</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codec (Priority 1)</td> <td>G.729A</td> </tr> <tr> <td>Codec (Priority 2)</td> <td>G.711 u-Law</td> </tr> <tr> <td>Codec (Priority 3)</td> <td>G.711 A-Law</td> </tr> <tr> <td>Codec (Priority 4)</td> <td>non-used</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">RTP Packet Length</td> <td>G.711 μ-Law 20ms</td> </tr> <tr> <td>G.711 A-Law 20ms</td> </tr> <tr> <td>G.729A 20ms</td> </tr> <tr> <td>G.723.1 30ms</td> </tr> <tr> <td>VAD</td> <td><input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off</td> </tr> <tr> <td>DTMF Method</td> <td><input type="radio"/> Out Band <input checked="" type="radio"/> In Band <input type="radio"/> SIP INFO</td> </tr> <tr> <th colspan="2">QoS</th> </tr> <tr> <td>Voice TOS</td> <td>5 [0 - 7]</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Enable/Disable VLAN might Caused Network Connection Problem</td> </tr> <tr> <td>VLAN</td> <td><input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable</td> </tr> </tbody> </table>	Voice Setting		Codec (Priority 1)	G.729A	Codec (Priority 2)	G.711 u-Law	Codec (Priority 3)	G.711 A-Law	Codec (Priority 4)	non-used	RTP Packet Length	G.711 μ-Law 20ms	G.711 A-Law 20ms	G.729A 20ms	G.723.1 30ms	VAD	<input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off	DTMF Method	<input type="radio"/> Out Band <input checked="" type="radio"/> In Band <input type="radio"/> SIP INFO	QoS		Voice TOS	5 [0 - 7]	Enable/Disable VLAN might Caused Network Connection Problem		VLAN	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable
Voice Setting																													
Codec (Priority 1)	G.729A																												
Codec (Priority 2)	G.711 u-Law																												
Codec (Priority 3)	G.711 A-Law																												
Codec (Priority 4)	non-used																												
RTP Packet Length	G.711 μ-Law 20ms																												
	G.711 A-Law 20ms																												
	G.729A 20ms																												
	G.723.1 30ms																												
VAD	<input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off																												
DTMF Method	<input type="radio"/> Out Band <input checked="" type="radio"/> In Band <input type="radio"/> SIP INFO																												
QoS																													
Voice TOS	5 [0 - 7]																												
Enable/Disable VLAN might Caused Network Connection Problem																													
VLAN	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable																												

Figura. J.5. Configuración de voz y calidad de servicio

6. Finalmente, se restaura el sistema presionando la opción de Restauración del Sistema – “Restart System” ubicada al final del panel izquierdo.

[ANEXO K]

**CONFIGURACIÓN MUSICA EN ESPERA Y SALA DE
CONFERENCIAS**

1. Se ingresa a la interfaz gráfica de Trixbox, colocando en un navegador web: <http://dirección IP del servidor/usuario/>
2. Se ingresa al vínculo “Free PBX” y seguidamente en la opción Música en Espera – “Music on Hold” ubicada en el panel izquierdo (Figura K.1).
3. Se adjunta el archivo de música deseado, en formato de compresión .wav o .mp3 y se aplican los cambios presionando la opción “Apply Configuration Changes” (Figura K.2).

The screenshot shows the FreePBX main dashboard. On the left, a sidebar menu lists various system management options, with 'Music on Hold' highlighted. The main dashboard area is divided into several sections: a top section with system alerts (Cronmanager encountered 1 Errors, Default SQL Password Used, etc.), a 'Statistics' section showing 0 active calls and 0 channels, a 'Connections' section showing 5 IP Phones Online, an 'Uptime' section showing system and Asterisk uptime of 1 week, 3 days, 4 hours, and 5 minutes, and a 'Server Status' section showing all services (Asterisk, Op Panel, MySQL, Web Server, SSH Server) as OK. A footer at the bottom left reads 'PBXconfig 2.4.0'.

Figura K.1. Página principal de FreePBX

The screenshot shows the 'On Hold Music' configuration page in Trixbox. The page header includes the Trixbox logo and navigation tabs for System Status, Packages, PBX, System, Settings, and Help. The main content area is titled 'On Hold Music' and shows a category of 'default'. There is an 'Add Music Category' button and a 'default' category listed. The 'Upload a .wav or .mp3 file:' section includes an 'Examinar...' button, an 'Upload' button, and a checked checkbox for 'Do not encode wav to mp3'. Below this, there is an 'Enable Random Play' button. At the bottom, a file named 'Cantv.mp3' is listed with a 'Delete' button next to it.

Figura K.2. Aplicación de cambios de configuración

En la configuración de una sala de conferencia es necesario elegir un número para que los usuarios pudiesen ingresar a la misma, de forma tal que el que desee formar parte de la reunión sólo debe llamar al número asignado.

En este caso, la extensión fijada fue 2401480 y se establece en la opción “Salas de conferencia” ubicada en el panel izquierdo de la página principal de Trixbox, nombre de la sala, mensaje de bienvenida, uso de contador durante la llamada, grabación de conferencia, entre otras cosas (Figura K.3).

The screenshot displays the Trixbox administration interface for configuring a conference room. The left sidebar contains a navigation menu with categories: Setup, Tools, Admin, Básico, Inbound Call Control, and Internal Options & Configuration. The 'Internal Options & Configuration' section is expanded, and 'Salas de conferencia' is selected. The main content area shows the configuration for 'Conference: 2401480'. It includes fields for 'Conference Name' (Sala1), 'User PIN', and 'Admin PIN'. Below these are 'Conference Options' with dropdown menus for 'Join Message' (None), 'Leader Wait' (No), 'Quiet Mode' (No), 'User Count' (No), 'User join/leave' (No), 'Music on Hold' (Yes), 'Allow Menu' (Yes), and 'Record Conference' (No). A 'Submit Changes' button is located at the bottom of the form.

Figura K.3. Configuración de Sala de conferencia

Para crear el mensaje de bienvenida, es necesario conectarse desde una extensión del servidor y discar *77 como si se estuviese haciendo una llamada, seguidamente saldrá una contestadora automática indicando que se debe grabar un mensaje de bienvenida y guardarlo. Luego de grabado, para escuchar el mensaje se debe llamar al *99.

Para cargar el mensaje grabado, se debe acceder al vínculo Grabaciones de sistema – “System Recordings”, en donde se indica, el número telefónico por el cual se realizó la grabación para ser adjuntada y nombre de la grabación (Figura K.4).

System Recordings

Add Recording

Step 1: Record or upload

If you wish to make and verify recordings from your phone, please enter your extension number here:

Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg. recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz:

Step 2: Name

Name this Recording:

Click "SAVE" when you are satisfied with your recording.

Spanish

- Add Recording
- Built-in Recordings
- bienvenida2
- bienvenida3
- hastaluego
- Hola
- menu2
- menu3
- menu4
- menuprincipal
- openoffice
- Requerimientos
- softwarelibre
- software_libre

PBXconfig 2.4.0

Figura K.4. Ventana para agregar la grabación

[ANEXO L]

CONFIGURACIÓN DE ARCHIVOS DEL SERVIDOR ASTERISK PARA
COMPATIBILIDAD CON CARACTERISTICAS DEL E1

1. Ingresando al archivo *zaptel.conf* ubicado en el directorio */etc/asterisk* se agregan las siguientes líneas:

`span=1,1,0,cas,hdb3` (1: define la placa a la que está conectado el cable, 1: indica fuente primaria de sincronismo, 0: indica que entre el servidor y la tarjeta existe una distancia de 0 pies, cas: para usar la señalización por canal asociado, HDB3: con codificación del tipo hdb3)

`cas=1-15:1101` (Activa los canales del 1 al 15)

`dchan=16` (Activa el canal 16 como canal de señalización)

`cas=17-31:1101` (Activa los canales del 17 al 31)

2. Ingresando al archivo de configuración *unicall.conf*, ubicado en el mismo directorio, se configuran las líneas de instrucciones indicadas a continuación:

[channels] (Nombre del contexto)

`relaxdtmf=yes` (Parámetros de detección de DTMF)

`context=el-entrante` (Define el contexto entrante)

`echocancel=yes` (Activa la cancelación de eco)

`echotraining=yes` (El cancelador de eco no se prepara lo suficientemente rápido y suele haber eco al principio de una llamada, por lo que, activando este comando se hace que desaparezca)

`logevel=1` (Define la cantidad de información a mostrar)

`protocolclass=mfcr2` (Define mfcr2 como protocolo de señalización)

`protocolvariant=ve,20,3,x,max-seize-wait-ack=400`

(Define los parámetros para una llamada en Venezuela, establece 20 dígitos ANI, 3 dígitos DNIS y una señal permanente para recibir respuesta de 400ms)

`group=2` (Define un grupo dos)

`channel=>1-15` (Indica los canales pertenecientes al grupo dos)

context=e1-saliente	(Define el contexto de uso para el grupo dos)
group=1	(Define un grupo uno)
channel=>17-31	(Indica los canales pertenecientes al grupo uno)
context=e1-saliente	(Define el contexto de uso para el grupo uno)

[ANEXO M]

CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES ASTERISK PARA LA CREACION DE
TRONCALES ENTRE ELLOS

- En el servidor Asterisk de Boleíta, los contextos creados para su configuración fueron los siguientes:

1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:

```
cd /etc/asterisk
```

2. Se edita el archivo de configuración *iax.conf*, agregando las líneas que se muestran a continuación para la definición de troncales:

```
nano iax.conf
```

```
; Definición de la troncal IAX Boleíta – Los Cortijos
```

```
[1002]                (Nombre del contexto IAX a utilizar)
type=friend           (Habilita opción de recibir y hacer llamadas)
username=1002         (Define el nombre de usuario del contexto)
secret=1002           (Define la clave de usuario del contexto)
host=161.196.204.5    (Dirección IP del servidor a conectar)
context=from-internal (Contexto por el cual entraran las llamadas)
```

```
; Definición de la troncal IAX Boleíta – CNT
```

```
[3000]                (Nombre del contexto IAX a utilizar)
type=friend           (Habilita opción de recibir y hacer llamadas)
username=3000         (Define el nombre de usuario del contexto)
secret=3000           (Define la clave de usuario del contexto)
host=161.196.171.148 (Dirección IP del servidor a conectar)
context=from-internal (Contexto por el cual entraran las llamadas)
```

- En el servidor Asterisk de Los Cortijos, los contextos creados para su configuración fueron los siguientes:

1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:

```
cd /etc/asterisk
```

2. Se edita el archivo de configuración *iax.conf*, agregando las líneas que se muestran a continuación para la definición de troncales:

```
nano iax.conf
```

```
; Definición de la troncal IAX Los Cortijos – Boleíta
```

```
[1001]
```

```
type=friend
username=1001
secret=1001
host=161.196.40.250
context=from-internal
```

- En el servidor Asterisk del CNT, los contextos creados para su configuración fueron los siguientes:

1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:
`cd /etc/asterisk`
2. Se edita el archivo de configuración *iax.conf*, agregando las líneas que se muestran a continuación para la definición de troncales:

```
nano iax.conf
; Definición de la troncal IAX CNT – Boleíta
[5000]
type=friend
username=5000
secret=5000
host=161.196.40.250
context=from-internal
```

[ANEXO N]

**LISTA DE DIRECCIONAMIENTO DE LLAMADAS PROVENIENTES DE LA
RTB EN EL SERVIDOR ASTERISK BOLEITA**

1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:
cd /etc/Asterisk
2. Se edita el archivo de configuración, agregando las líneas siguientes:

```
nano extensions.conf
```

```
[e1-entrante]
```

```
exten=>401,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>402,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>403,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>404,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>405,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>406,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>407,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>408,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>409,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>410,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>411,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
....
```

```
exten=>481,1,Dial(IAX2/1001:1001@161.196.204.5/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>482,1,Dial(IAX2/5000:5000@10.1.6.63/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>483,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>484,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>485,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>486,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>487,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

```
exten=>488,1,Dial(IAX2/5000:5000@161.196.170.246/${EXTEN},30,r)
```

[ANEXO Ñ]

CONFIGURACIÓN DE DIAL EN LOS SERVIDORES ASTERISK DE LOS
CORTIJOS Y CNT

A continuación, se muestran los Dial realizados en los servidores Asterisk, tanto de Los Cortijos como CNT:

- Servidor Asterisk Los Cortijos:
 1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:
`cd /etc/Asterisk`
 2. Se edita el archivo de configuración, agregando las líneas siguientes:
`nano extensions.conf`

```
[from-internal]
```

```
; Para el caso de la extensión 2401401
```

```
exten => 401,1,Answer
```

```
exten => 401,n,Dial(Sip/2401401,45,Tt)
```

```
exten => 401,n,Voicemail(2401401)
```

```
exten => 401,n,Hangup
```

```
exten => 401,102,Voicemail(2401401)
```

```
exten => 401,403,Hangup
```

Lo mismo se colocó para cada una de las extensiones, de la 2401402 a la 2401419.

- Servidor Asterisk CNT:
 1. Se ingresa al directorio que contiene el archivo de configuración:
`cd /etc/Asterisk`
 2. Se edita el archivo de configuración, agregando las líneas siguientes:
`nano extensions.conf`

```
[from-internal]
```

```
; Para el caso de la extensión 2401481
```

```
exten => 481,1,Answer
```

```
exten => 481,n,Dial(Sip/2401481,45,Tt)
```

exten => 481,n,Voicemail(2401481)

exten => 481,n,Hangup

exten => 481,102,Voicemail(2401481)

exten => 481,403,Hangup

Lo mismo se colocó para cada una de las extensiones, de la 2401482 a la 2401498.

[ANEXO O]

**PROCEDIMIENTO DE DESCARGA, INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN
DEL PAQUETE TARIFICADOR A2BILLING**

Para mantener un orden de las descargas realizadas en el servidor, se realizaron en el directorio */usr/src*.

- Procedimiento de descarga del paquete:

1. Se ingresa al directorio deseado: `cd /usr/src`

2. Se crea la carpeta con el nombre del paquete: `mkdir a2billing`

3. Se ingresa a la carpeta creada: `cd a2billing`

4. Se descarga el paquete:

```
wget
```

```
http://asterisk2billing.org/download.php?get=Asterisk2Billing_release_Chameleon_v1_2_2.tar.gz
```

5. Se descomprime y desempaqueta:

```
tar xvfz asterisk2Billing_release_Chameleon_v1_2_2.tar.gz
```

6. Una vez instalado el paquete, el siguiente paso fue el ingreso a la base de datos MySQL, donde se agregó una línea de comando para indicarle que será usado A2Billing:

```
2Billing database – Create database schema
```

```
USE mya2billing          (Línea que debe ser agregada para indicar  
                          a la base de datos el uso de a2billing)
```

7. Se ingresa al directorio específico para la creación de usuarios por defecto:

```
cd /usr/src/a2billing/trunk/DataBase/mysql/Mysql-5.x
```

```
; Creación del usuario a2billing por defecto
```

```
Database name is: mya2billing
```

```
Database user is: a2billinguser
```

```
User password is: a2billing
```

8. Se ingresa a la base de datos para acoplar a2billing:

```
cd /usr/src/a2billing/trunk/DataBase/mysql/Mysql-5.x
```

```
mysql -u root -p password < a2billing-MYSQL-create-user.sql
```

9. Se ejecuta el siguiente comando para crear la estructura de la base mya2billing:

```
mysql -u root -p password < a2billing-mysql-schema-MYSQL.5.X-v1.2.2.sql
```

10. Se mueve el programa del sitio donde se ha descargado hacia el lugar correspondiente para ser reconocido por Asterisk:

```
mv /usr/src/a2billing/trunk/a2billing.conf /etc/asterisk/a2billing.conf
```

11. Se modifica el archivo de configuración *a2billing.conf*, para realizar las configuraciones de acuerdo a las necesidades de la forma como se muestra a continuación:

```
[database]           (Contexto global)
hostname=localhost   (Direcciona el a2billing hacia el servidor
local)
port=3306            (Usa el Puerto 3306)
user=a2billinguser   (usuario establecido por defecto)
password=a2billing   (clave establecida por defecto)
dbname=mya2billing   (nombre de la base da datos)
dbtype=mysql         (uso de la base de datos MySQL)
```

12. Dentro de este mismo archivo de configuración, se busca el contexto “webcustomerui”, para modificar los parámetros de la interfaz de usuario:

```
[webcustommerui]
customerinfo=yes     (permite mostrar información del pago al
cliente sobre la interfaz)
cdr=yes              (permite historial de llamadas sobre la interfaz
de cliente)
invoice=yes          (habilita la factura sobre la interfaz de cliente)
paypal=yes           (permite pago por internet sobre la interfaz de
cliente)
speeddial=yes        (permite a los usuarios discado rápido)
ratecard=yes         (muestra la opción hoja de datos)
```

simulator=yes (muestra la opción de simulación en la interfaz de usuario)

callback=yes (habilita la opción de llamada en espera)

webphone=yes (permite usar a los usuarios teléfonos SIP/IAX en teléfonos web)

callerid=yes (permite habilitar varias líneas en una misma dirección)

limit_callerid=5 (máxima cantidad de líneas habilitadas por usuario)

error_email=jesellys.garcia@gmail.com (dirección para envío reportes de error del sistema)

13. Siguiendo en el mismo archivo de configuración, se modificó el contexto donde se indican los respaldos del sistema, creando las rutas para el almacenamiento de la información:

[backup]

backup_path=/tmp (ruta para almacenamiento de respaldo de base de datos)

gzip_exe=/bin/gzip (ruta gzip)

gunzip_exe=/bin/gunzip (ruta para gunzip)

mysqldump=/usr/bin/mysqldump (ruta para las copias de seguridad de la base de datos)

pg_dump=/usr/bin/pg_dump (ruta para copia de seguridad individual con pgdump)

mysql=/usr/bin/mysql (ruta para la base de datos mysql)

psql=/usr/bin/psql (ruta para PostgreSQL)

14. Se mueven los archivos para el lugar específico que permita la administración web:

```
mv -rf /usr/src/a2billing/trunk/A2Billing_UI /var/www
```

15. Se renombra el archivo:

```
mv /var/www/A2Billing_UI /var/www/billing-admin
```

16. Se otorgan los permisos de lectura, escritura y ejecución a cualquier usuario, para el ingreso a la página web administradora de A2Billing:
`chmod -R 777 /etc/Asterisk`

17. Teniendo todo configurado tal cual como se indicó paso a paso, es posible ingresar sin ningún inconveniente a la interfaz web como administrador, a través de la dirección <http://dirección-ip-servidor/billing-admin>.

18. Se crea la interfaz web para usuarios (abonados):

```
cp -rf /usr/src/a2billing/trunk/A2BCustomer_UI /var/www/billing
```

19. Dentro de los archivos de configuración SIP e IAX, se ingresa un contexto global, para que las llamadas se realizaran utilizando el tarifador:

- En el archivo *sip.conf* en el directorio */etc/asterisk*, se agrega la línea siguiente:

```
nano /etc/asterisk/sip.conf  
#include sip_a2billing.conf
```

- En el archivo *iax.conf* en el directorio */etc/asterisk*, se agrega la línea siguiente:

```
nano /etc/asterisk/iax.conf  
#include iax_a2billing.conf
```

20. Teniendo definido correctamente donde se utilizará A2Billing, se indica al sistema cuando lo debía hacer, a través de un patrón de marcado en el archivo de configuración *extensions.conf*, tal como se muestra a continuación:

```
[a2billing]  
exten => _X.,1,Answer  
exten => _X.,2,Wait,2  
exten => _X.,3,DeadAGI,a2billing.php  
exten => _X.,4,Wait,2
```

```
exten => _X.,5,Hangup
```

De esta forma, cualquier número que se marque usará A2Billing.

21. Se colocan el resto de los archivos de A2Billing en el lugar correcto para que Asterisk los pueda utilizar sin ningún inconveniente:

```
cd /usr/src/a2billing/trunk/A2Billing_AGI
mv a2billing.php /var/lib/asterisk/agi-bin/
mv -rf libs_a2billing /var/lib/asterisk/agi-bin/
chmod +x /var/lib/asterisk/agi-bin/a2billing.php

mv /usr/src/a2billing/trunk/A2Billing_AGI/sounds/*
/var/lib/asterisk/sounds/

mv /usr/src/a2billing/trunk/A2Billing_AGI/sounds/en/*
/var/lib/asterisk/sounds/
```

22. Finalmente, para que el sistema actualice todos los cambios, se reinicia el servidor mediante la instrucción: *service asterisk restart*.

[ANEXO P]

**INTERFAZ GRÁFICA PARA LA CREACIÓN DE CLIENTES PRE-PAGO, DE
PAQUETES Y PLANES DE LLAMADA Y DE USUARIOS EN A2BILLING**

<ul style="list-style-type: none"> Create SIP-FRIEND List IAX-FRIEND Create IAX-FRIEND List CallerID List Speed Dial Create Speed Dial BILLING RATECARD PACKAGE OFFER OUTBOUND CID TRUNK DID CALL REPORT INVOICES RECURRING SERVICE CALLBACK MISC ADMINISTRATOR FILE MANAGER LOGOUT 	<table border="1"> <tr> <td>CARD NUMBER</td> <td>3172608811</td> </tr> <tr> <td>CARD ALIAS</td> <td>241077964660868</td> </tr> <tr> <td>WEBUI PASSWORD</td> <td>2374 Password for customer to access to the web interface and view the balance.</td> </tr> <tr> <td>BALANCE</td> <td>10.00000 currency: USD</td> </tr> <tr> <td>LANGUAGE</td> <td>SPANISH</td> </tr> <tr> <td>CALL PLAN</td> <td>Planp1</td> </tr> <tr> <td>SUBSCRIPTION FEE</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>DIDGROUP</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>CAMPAIGN</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>CALLBACK</td> <td>Configure the callback url, ie: SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...</td> </tr> <tr> <td>ACTIVATED</td> <td>Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>SIGNUP CONFIRMATION</td> <td>Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> Configures if the card has been activated over the signup confirmation mail</td> </tr> <tr> <td>SIMULTANEOUS ACCESS</td> <td>INDIVIDUAL ACCESS</td> </tr> <tr> <td>CURRENCY</td> <td>Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.</td> </tr> <tr> <td>RUN SERVICE</td> <td>Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.</td> </tr> <tr> <td>RUN AUTOREFILL</td> <td>Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card</td> </tr> <tr> <td>INITIAL BALANCE</td> <td>10.00000 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount</td> </tr> <tr> <td>CARD TYPE</td> <td>PREPAID CARD</td> </tr> <tr> <td>CREDIT LIMIT</td> <td>Credit limit is only used for POSTPAY card.</td> </tr> <tr> <td>FIRST USE DATE</td> <td>0000-00-00 00:00:00</td> </tr> <tr> <td>ENABLE EXPIRY</td> <td>NO EXPIRY Select method of expiry for the card.</td> </tr> <tr> <td>EXPIRY DATE</td> <td>2018-10-31 09:52:14 please respect the format YYYY-MM-DD HH:MM:SS, For instance, '2004-12-31 00:00:00'</td> </tr> <tr> <td>EXPIRY DAYS</td> <td>0 The number of days after which the card will expire.</td> </tr> <tr> <td>INVOICE DAY</td> <td>0 Define the day of the month when the system will generate the customer invoice.</td> </tr> <tr> <td>VAT</td> <td>0 VAT to add on the invoice of this customer. it should be a decimal value '21' this will be for 21% of VAT!</td> </tr> <tr> <td>LASTNAME</td> <td>Garcia</td> </tr> <tr> <td>FIRSTNAME</td> <td>Je selys</td> </tr> <tr> <td>EMAIL</td> <td>je selys.garcia@gmail.com</td> </tr> <tr> <td>ADDRESS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CITY</td> <td>Caracas</td> </tr> <tr> <td>STATE/PROVINCE</td> <td>Miranda</td> </tr> <tr> <td>COUNTRY</td> <td>Venezuela</td> </tr> </table>	CARD NUMBER	3172608811	CARD ALIAS	241077964660868	WEBUI PASSWORD	2374 Password for customer to access to the web interface and view the balance.	BALANCE	10.00000 currency: USD	LANGUAGE	SPANISH	CALL PLAN	Planp1	SUBSCRIPTION FEE	NOT DEFINED	DIDGROUP	NOT DEFINED	CAMPAIGN	NOT DEFINED	CALLBACK	Configure the callback url, ie: SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...	ACTIVATED	Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	SIGNUP CONFIRMATION	Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> Configures if the card has been activated over the signup confirmation mail	SIMULTANEOUS ACCESS	INDIVIDUAL ACCESS	CURRENCY	Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.	RUN SERVICE	Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.	RUN AUTOREFILL	Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card	INITIAL BALANCE	10.00000 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount	CARD TYPE	PREPAID CARD	CREDIT LIMIT	Credit limit is only used for POSTPAY card.	FIRST USE DATE	0000-00-00 00:00:00	ENABLE EXPIRY	NO EXPIRY Select method of expiry for the card.	EXPIRY DATE	2018-10-31 09:52:14 please respect the format YYYY-MM-DD HH:MM:SS, For instance, '2004-12-31 00:00:00'	EXPIRY DAYS	0 The number of days after which the card will expire.	INVOICE DAY	0 Define the day of the month when the system will generate the customer invoice.	VAT	0 VAT to add on the invoice of this customer. it should be a decimal value '21' this will be for 21% of VAT!	LASTNAME	Garcia	FIRSTNAME	Je selys	EMAIL	je selys.garcia@gmail.com	ADDRESS		CITY	Caracas	STATE/PROVINCE	Miranda	COUNTRY	Venezuela
CARD NUMBER	3172608811																																																																
CARD ALIAS	241077964660868																																																																
WEBUI PASSWORD	2374 Password for customer to access to the web interface and view the balance.																																																																
BALANCE	10.00000 currency: USD																																																																
LANGUAGE	SPANISH																																																																
CALL PLAN	Planp1																																																																
SUBSCRIPTION FEE	NOT DEFINED																																																																
DIDGROUP	NOT DEFINED																																																																
CAMPAIGN	NOT DEFINED																																																																
CALLBACK	Configure the callback url, ie: SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...																																																																
ACTIVATED	Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>																																																																
SIGNUP CONFIRMATION	Yes <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> Configures if the card has been activated over the signup confirmation mail																																																																
SIMULTANEOUS ACCESS	INDIVIDUAL ACCESS																																																																
CURRENCY	Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.																																																																
RUN SERVICE	Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.																																																																
RUN AUTOREFILL	Yes <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card																																																																
INITIAL BALANCE	10.00000 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount																																																																
CARD TYPE	PREPAID CARD																																																																
CREDIT LIMIT	Credit limit is only used for POSTPAY card.																																																																
FIRST USE DATE	0000-00-00 00:00:00																																																																
ENABLE EXPIRY	NO EXPIRY Select method of expiry for the card.																																																																
EXPIRY DATE	2018-10-31 09:52:14 please respect the format YYYY-MM-DD HH:MM:SS, For instance, '2004-12-31 00:00:00'																																																																
EXPIRY DAYS	0 The number of days after which the card will expire.																																																																
INVOICE DAY	0 Define the day of the month when the system will generate the customer invoice.																																																																
VAT	0 VAT to add on the invoice of this customer. it should be a decimal value '21' this will be for 21% of VAT!																																																																
LASTNAME	Garcia																																																																
FIRSTNAME	Je selys																																																																
EMAIL	je selys.garcia@gmail.com																																																																
ADDRESS																																																																	
CITY	Caracas																																																																
STATE/PROVINCE	Miranda																																																																
COUNTRY	Venezuela																																																																

Figura. P.1. Creación de clientes Pre-pago en A2Billing

CUSTOMERS
BILLING
RATECARD
PACKAGE OFFER
 List Offer Package
 Add Offer Package
 Details Package
OUTBOUND CID
TRUNK
DID
CALL REPORT
INVOICES
RECURRING SERVICE
CALLBACK
MISC
ADMINISTRATOR
FILE MANAGER
LOGOUT

PACKAGES SYSTEM - FREE MINUTES, etc...
 For further information please consult [the online documentation](#).

LABEL	Como este no hay
PACKAGETYPE	Free minute
BILLINGTYPE	Monthly
STARTDAY	23 The value will be related to billingtype ; if monthly accepted value are 1-31 ; if Weekly accepted value 1-7 (Monday to Sunday)
FREE TIME TO CALL	10000 Insert the amount of free time to call (seconds)

Setup those values to create the new OFFER PACKAGE

Default

This software is under GPL licence. For further information, please visit : asterisk2billing.org

Figura P.2. Creación de paquetes de llamadas

Asterisk2Billing - Version 1.3.3 (Doudou08) - Release : 14
 Logged-in

CUSTOMERS
BILLING
RATECARD
 Create Call Plan
 List Call Plan
 List RateCard
 Create new RateCard
 Browse Rates
 Add Rate
 Import RateCard
 Ratecard Simulator
PACKAGE OFFER
OUTBOUND CID
TRUNK
DID
CALL REPORT
INVOICES
RECURRING SERVICE
CALLBACK
MISC
ADMINISTRATOR
FILE MANAGER
LOGOUT

A Call Plan is a collection of ratecards. The calling card system will choose the most appropriate rate according to the Call Plan settings (LCR or LCD).
 LCR : Least Cost Routing - Find the trunk with the cheapest carrier cost. (buying rate)
 LCD : Least Cost Dialing - Find the trunk with the cheapest retail rate (selling rate)
 For further information please consult [the online documentation](#).

NAME	Asterisk Libre
LC TYPE	LCR : According to the buyer price
PACKAGE	Como este no hay Set the Package offer if you wish to use one with this Call Plan
REMOVE INTER PREFIX	Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Remove the international access prefix (00 or 011) before matching the dialled digits with the rate card. E.G. If the dialled digits were 0044 for a call to the UK, only 44 would be delivered.

Click 'Confirm Data' to continue

This software is under GPL licence. For further information, please visit : asterisk2billing.org

Figura P.3. Creación de plan de llamada para usuario

<ul style="list-style-type: none"> Create IAX-FRIEND List CallerID List Speed Dial Create Speed Dial BILLING RATECARD PACKAGE OFFER OUTBOUND CID TRUNK DID CALL REPORT INVOICES RECURRING SERVICE CALLBACK MISC ADMINISTRATOR FILE MANAGER LOGOUT 	<table border="1"> <tr> <td>CARD NUMBER</td> <td>6023842877</td> </tr> <tr> <td>CARD ALIAS</td> <td>043095454113569</td> </tr> <tr> <td>WEBUI PASSWORD</td> <td>0110928798 Password for customer to access to the web interface and view the balance.</td> </tr> <tr> <td>BALANCE</td> <td>100000 currency : USD</td> </tr> <tr> <td>LANGUAGE</td> <td>SPANISH</td> </tr> <tr> <td>CALL PLAN</td> <td>Asterisk Libre</td> </tr> <tr> <td>SUBSCRIPTION FEE</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>DIDGROUP</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>CAMPAIGN</td> <td>NOT DEFINED</td> </tr> <tr> <td>CALLBACK</td> <td> Configure the callback url, ie : SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...</td> </tr> <tr> <td>ACTIVATED</td> <td>Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>SIGNUP CONFIRMATION</td> <td>Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/> Configure if the card has been activated over the signup confirmation mail</td> </tr> <tr> <td>SIMULTANEOUS ACCESS</td> <td>INDIVIDUAL ACCESS</td> </tr> <tr> <td>CURRENCY</td> <td>Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.</td> </tr> <tr> <td>RUN SERVICE</td> <td>Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.</td> </tr> <tr> <td>RUN AUTOREFILL</td> <td>Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card</td> </tr> <tr> <td>INITIAL BALANCE</td> <td>0 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount</td> </tr> </table>	CARD NUMBER	6023842877	CARD ALIAS	043095454113569	WEBUI PASSWORD	0110928798 Password for customer to access to the web interface and view the balance.	BALANCE	100000 currency : USD	LANGUAGE	SPANISH	CALL PLAN	Asterisk Libre	SUBSCRIPTION FEE	NOT DEFINED	DIDGROUP	NOT DEFINED	CAMPAIGN	NOT DEFINED	CALLBACK	 Configure the callback url, ie : SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...	ACTIVATED	Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/>	SIGNUP CONFIRMATION	Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/> Configure if the card has been activated over the signup confirmation mail	SIMULTANEOUS ACCESS	INDIVIDUAL ACCESS	CURRENCY	Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.	RUN SERVICE	Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.	RUN AUTOREFILL	Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card	INITIAL BALANCE	0 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount
CARD NUMBER	6023842877																																		
CARD ALIAS	043095454113569																																		
WEBUI PASSWORD	0110928798 Password for customer to access to the web interface and view the balance.																																		
BALANCE	100000 currency : USD																																		
LANGUAGE	SPANISH																																		
CALL PLAN	Asterisk Libre																																		
SUBSCRIPTION FEE	NOT DEFINED																																		
DIDGROUP	NOT DEFINED																																		
CAMPAIGN	NOT DEFINED																																		
CALLBACK	 Configure the callback url, ie : SIP/jeremy@211.23.76.12 or ZAP/g2, etc...																																		
ACTIVATED	Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/>																																		
SIGNUP CONFIRMATION	Yes <input checked="" type="radio"/> - No <input type="radio"/> Configure if the card has been activated over the signup confirmation mail																																		
SIMULTANEOUS ACCESS	INDIVIDUAL ACCESS																																		
CURRENCY	Venezuelan Bolivar (VEB) (0.00037) Currency used at the customer end.																																		
RUN SERVICE	Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Apply recurring service to this card.																																		
RUN AUTOREFILL	Yes <input type="radio"/> - No <input checked="" type="radio"/> Define if you want to authorize the autorefill to apply on this card																																		
INITIAL BALANCE	0 The initial balance is used by autorefill to reset the current balance to this amount																																		

Figura P.4. Inscripción de usuario para el plan

[ANEXO Q]

RESULTADOS DE PRUEBAS PARA LA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

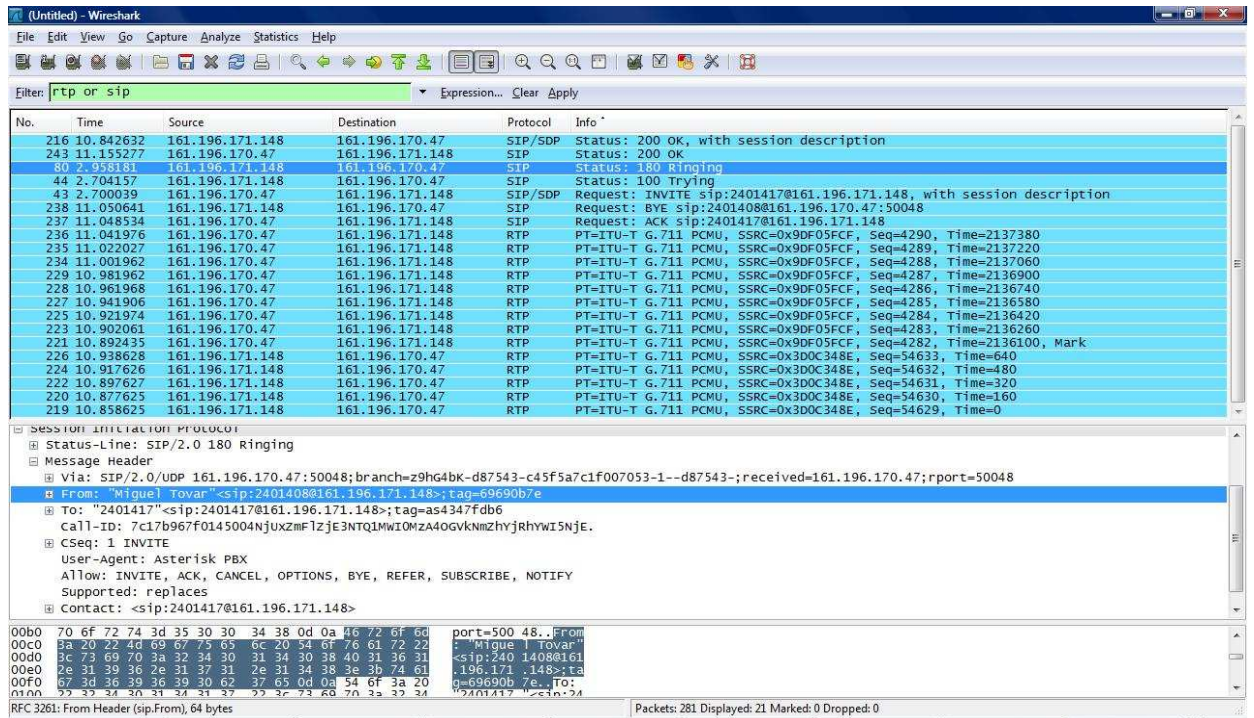


Figura Q.1. Información sobre la captura de paquetes – Escenario uno

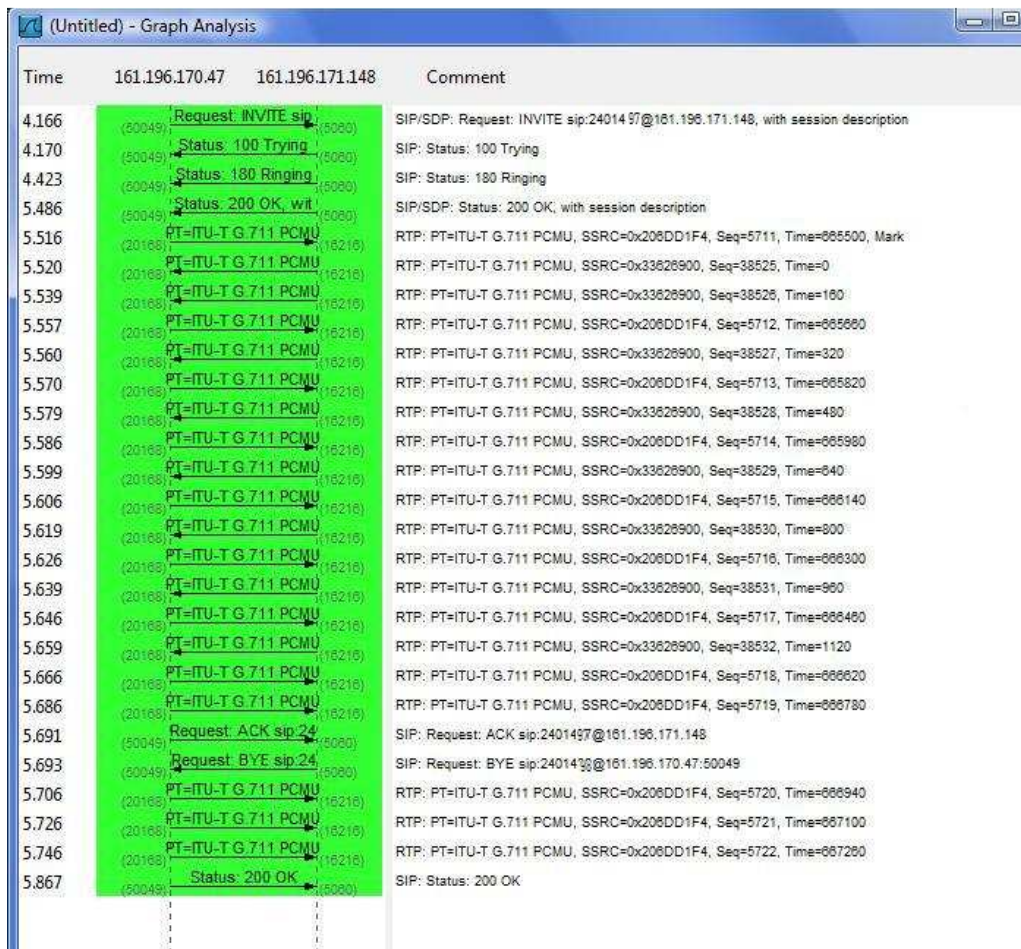


Figura Q.2. Diagrama de la llamada del Escenario uno

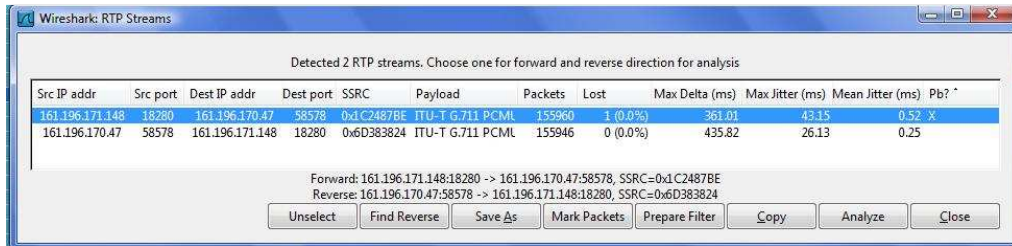


Figura Q.3. Valores de los parámetros de Calidad – Escenario uno

```
This is free software, with components licensed under the GNU General Public License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': Found
Connected to Asterisk 1.4.19-1 RPM by vc-rpms@voipconsulting.nl currently running on trixbox1 (pid = 2737)
Verbosity was 3 and is now 8
-- Executing [2401415@from-internal:1] Dial("SIP/2401499-0943a960", "IAX2/3000:3000@161.196.40.250/415|30|x") in new stack
-- Called 3000:3000@161.196.40.250/415
-- Call accepted by 161.196.40.250 (format slaw)
-- Format for call is slaw
-- IAX2/5000-1 is ringing
-- IAX2/5000-1 answered SIP/2401499-0943a960
-- Hungup 'IAX2/5000-1'
== Spawn extension (from-internal, 2401415, 1) exited non-zero on 'SIP/2401499-0943a960'
-- Executing [h@from-internal:1] Macro("SIP/2401499-0943a960", "hangupcall") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] ResetCDR("SIP/2401499-0943a960", "w") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:2] NoCDR("SIP/2401499-0943a960", "") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:3] GotoIf("SIP/2401499-0943a960", "1?&kiprg") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,6)
-- Executing [s@macro-hangupcall:6] GotoIf("SIP/2401499-0943a960", "1?&kipblkvm") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("SIP/2401499-0943a960", "1?&theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s@macro-hangupcall:11] Hangup("SIP/2401499-0943a960", "") in new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401499-0943a960' in macro 'hangupcall'
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401499-0943a960'
trixbox1*CLI> █
```

Figura Q.4. Direccionamiento de CNT a Boleíta – Escenario dos

```

-- Accepting AUTHENTICATED call from 161.196.204.43:
> requested format = ulaw,
> requested prefs = (ulaw|alaw|gsm|ilbc|g729),
> actual format = alaw,
> host prefs = (alaw|ulaw|gsm|g729|ilbc),
> priority = mine
-- Executing [415@from-internal:1] Dial("IAX2/3000-1", "IAX2/1001:1001@161.196.171.148/415;30
r") in new stack
-- Called 1001:1001@161.196.171.148/415
-- Call accepted by 161.196.171.148 (format ulaw)
-- Format for call is ulaw
-- IAX2/2to1-2 answered IAX2/3000-1
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Operating with different codecs 8[0x8 (alaw)] 4[0x4 (ulaw)] , can't native bridge...
-- Hungup 'IAX2/2to1-2'
== Spawn extension (from-internal, 415, 1) exited non-zero on 'IAX2/3000-1'
-- Executing [h@from-internal:1] Macro("IAX2/3000-1", "hangupcall") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] ResetCDR("IAX2/3000-1", "w") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:2] NoCDR("IAX2/3000-1", "") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:3] GotoIf("IAX2/3000-1", "1?skipprg") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,6)
-- Executing [s@macro-hangupcall:6] GotoIf("IAX2/3000-1", "1?skipblkvm") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("IAX2/3000-1", "1?theend") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("IAX2/3000-1", "1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s@macro-hangupcall:11] Hangup("IAX2/3000-1", "") in new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'IAX2/3000-1' in macro 'hangupc
all'
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'IAX2/3000-1'
-- Hungup 'IAX2/3000-1'
asterisk@CLI>

```

Figura Q.5. Direccionamiento de Boleíta a Los Cortijos – Escenario dos


```

> requested format = alaw,
> requested prefs = (alaw|ulaw|gsm|g729|ilbc),
> actual format = ulaw,
> host prefs = (ulaw|alaw|gsm),
> priority = mine
[May 12 17:47:29] -- Executing [4158@from-internal:1] Answer("IAX2/1001-1", "") in new stack
[May 12 17:47:29] -- Executing [4158@from-internal:2] Dial("IAX2/1001-1", "Sip/2401415|45|Tt")
in new stack
[May 12 17:47:29] -- Called 2401415
[May 12 17:47:30] -- SIP/2401415-083ba860 is ringing
[May 12 17:47:35] -- SIP/2401415-083ba860 answered IAX2/1001-1
[May 12 17:47:41] == Spawn extension (from-internal, 415, 2) exited non-zero on 'IAX2/1001-1'
[May 12 17:47:41] -- Executing [h8@from-internal:1] Macro("IAX2/1001-1", "hangupcall") in new
stack
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:1] ResetCDR("IAX2/1001-1", "w") in new sta
ck
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:2] NoCDR("IAX2/1001-1", "") in new stack
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:3] GotoIf("IAX2/1001-1", "1?skiprg") in ne
w stack
[May 12 17:47:41] -- Goto (macro-hangupcall,s,6)
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:6] GotoIf("IAX2/1001-1", "1?skipblkvm") in
new stack
[May 12 17:47:41] -- Goto (macro-hangupcall,s,9)
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:9] GotoIf("IAX2/1001-1", "1?theend") in ne
w stack
[May 12 17:47:41] -- Goto (macro-hangupcall,s,11)
[May 12 17:47:41] -- Executing [s8@macro-hangupcall:11] Hangup("IAX2/1001-1", "") in new stack
[May 12 17:47:41] == Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'IAX2/1001-1'
in macro 'hangupcall'
[May 12 17:47:41] == Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'IAX2/1001-1'
[May 12 17:47:41] -- Hungup 'IAX2/1001-1'
trixbox1*CLI>

```

Figura Q.6. Direccionamiento de CNT al usuario final – Escenario dos

```

This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': Found
Connected to Asterisk 1.4.19-1 RPM by vc-rpms@voipconsulting.nl currently running on trixbox1 (pi
d = 2546)
Verbosity is at least 12
-- Executing [904124358389@from-internal:1] Dial("SIP/2401408-085067c8", "IAX2/1002:1002@161.
196.40.250/904124358389|60|r") in new stack
-- Called 1002:1002@161.196.40.250/904124358389
-- Call accepted by 161.196.40.250 (format alaw)
-- Format for call is alaw
-- IAX2/1to2-1 answered SIP/2401408-085067c8
-- Hungup 'IAX2/1to2-1'
== Spawn extension (from-internal, 904124358389, 1) exited non-zero on 'SIP/2401408-085067c8'
-- Executing [h8@from-internal:1] Macro("SIP/2401408-085067c8", "hangupcall") in new stack
-- Executing [s8@macro-hangupcall:1] ResetCDR("SIP/2401408-085067c8", "w") in new stack
-- Executing [s8@macro-hangupcall:2] NoCDR("SIP/2401408-085067c8", "") in new stack
-- Executing [s8@macro-hangupcall:3] GotoIf("SIP/2401408-085067c8", "1?skiprg") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,6)
-- Executing [s8@macro-hangupcall:6] GotoIf("SIP/2401408-085067c8", "1?skipblkvm") in new stac
k
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s8@macro-hangupcall:9] GotoIf("SIP/2401408-085067c8", "1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s8@macro-hangupcall:11] Hangup("SIP/2401408-085067c8", "") in new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-085067c8' in macro
'hangupcall'
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-085067c8'
trixbox1*CLI>

```

Figura Q.7. Direccionamiento de CNT a Boleíta – Escenario tres

```

-- Accepting AUTHENTICATED call from 161.196.171.148:
> requested format = ulaw,
> requested prefs = (ulaw|alaw|gsm|ilbc|g729),
> actual format = alaw,
> host prefs = (alaw|ulaw|gsm|g729|ilbc),
> priority = mine
-- Executing [904124358389@from-internal:1] Macro("IAX2/1002-2", "dialout-trunk|2|04124358389
|") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:1] Set("IAX2/1002-2", "DIAL_TRUNK=2") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:2] Set("IAX2/1002-2", "DIAL_NUMBER=04124358389") in new s
tack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:3] Set("IAX2/1002-2", "ROUTE_PASSWD=") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:4] GotoIf("IAX2/1002-2", "1?noauth") in new stack
-- Goto (macro-dialout-trunk,s,6)
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:6] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?disabletrunk|1") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:7] Set("IAX2/1002-2", "_NODEST=") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:8] Set("IAX2/1002-2", "DIAL_TRUNK_OPTIONS=tr") in new sta
ck
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:9] Set("IAX2/1002-2", "GROUP()=OUT_2") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:10] Macro("IAX2/1002-2", "user-callerid|SKIPTTL") in new
stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:1] NoOp("IAX2/1002-2", "user-callerid: device 2401408") i
n new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:2] Set("IAX2/1002-2", "AMPUSER=2401408") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:3] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?report") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:4] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?start") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:5] Set("IAX2/1002-2", "REALCALLERIDNUM=2401408") in new s
tack
-- Executing [s@macro-user-callerid:6] NoOp("IAX2/1002-2", "REALCALLERIDNUM is 2401408") in n
ew stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:7] Set("IAX2/1002-2", "AMPUSER=2401408") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:8] Set("IAX2/1002-2", "AMPUSERCIDNAME=Miguel Tovar") in n
ew stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:9] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?report") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:10] Set("IAX2/1002-2", "AMPUSERCID=2401408") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:11] Set("IAX2/1002-2", "CALLERID(all)="Miguel Tovar" <240
1408>") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:12] Set("IAX2/1002-2", "REALCALLERIDNUM=2401408") in new
stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:13] NoOp("IAX2/1002-2", "TTL: ARG1: SKIPTTL") in new sta
ck
-- Executing [s@macro-user-callerid:14] GotoIf("IAX2/1002-2", "1?continue") in new stack
-- Goto (macro-user-callerid,s,23)
-- Executing [s@macro-user-callerid:23] NoOp("IAX2/1002-2", "Using CallerID "Miguel Tovar" <2
401408>") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:11] Macro("IAX2/1002-2", "record-enable|2401408|OUT") in
new stack
-- Executing [s@macro-record-enable:1] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?2:4") in new stack
-- Goto (macro-record-enable,s,4)
-- Executing [s@macro-record-enable:4] AGI("IAX2/1002-2", "recordingcheck|20080509-161227|121
0365747.643") in new stack
-- Launched AGI Script /var/lib/asterisk/agi-bin/recordingcheck
recordingcheck|20080509-161227|1210365747.643: Outbound recording not enabled
-- AGI Script recordingcheck completed, returning 0
-- Executing [s@macro-record-enable:5] NoOp("IAX2/1002-2", "No recording needed") in new stac
k
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:12] GotoIf("IAX2/1002-2", "0?skipoutcid") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:13] Set("IAX2/1002-2", "DIAL_TRUNK_OPTIONS=") in new stac
k
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:14] Macro("IAX2/1002-2", "outbound-callerid|2") in new st
ack
-- Executing [s@macro-outbound-callerid:1] GotoIf("IAX2/1002-2", "1?start") in new stack
-- Goto (macro-outbound-callerid,s,3)
-- Executing [s@macro-outbound-callerid:3] NoOp("IAX2/1002-2", "REALCALLERIDNUM is 2401408")
in new stack

```

Figura Q.8. Direccionamiento de Boleíta a la RTB – Escenario tres

Continuación Figura Q.8.

```
-- Executing [s@macro-hangupcall:6] GotoIf("SIP/2401408-08508148", "1?skipblkvm") in new stack
k
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("SIP/2401408-08508148", "1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s@macro-hangupcall:11] Hangup("SIP/2401408-08508148", "") in new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-08508148' in macro
'hangupcall'
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-08508148'
-- Executing [904124358389@from-internal:1] Dial("SIP/2401408-08519ec0", "IAX2/1002:1002@161.
196.40.250/904124358389|60|r") in new stack
-- Called 1002:1002@161.196.40.250/904124358389
-- Call accepted by 161.196.40.250 (format alaw)
-- Format for call is alaw
-- IAX2/ito2-2 answered SIP/2401408-08519ec0
-- Hungup 'IAX2/ito2-2'
== Spawn extension (from-internal, 904124358389, 1) exited non-zero on 'SIP/2401408-08519ec0'
-- Executing [h@from-internal:1] Macro("SIP/2401408-08519ec0", "hangupcall") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] ResetCDR("SIP/2401408-08519ec0", "w") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:2] NoCDR("SIP/2401408-08519ec0", "") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:3] GotoIf("SIP/2401408-08519ec0", "1?skiprg") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,6)
-- Executing [s@macro-hangupcall:6] GotoIf("SIP/2401408-08519ec0", "1?skipblkvm") in new stack
k
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("SIP/2401408-08519ec0", "1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s@macro-hangupcall:11] Hangup("SIP/2401408-08519ec0", "") in new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-08519ec0' in macro
'hangupcall'
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 11) exited non-zero on 'SIP/2401408-08519ec0'
trixbox1*CLI>
```

Figura Q.8. Direccionamiento de Boleíta a la RTB – Escenario tres

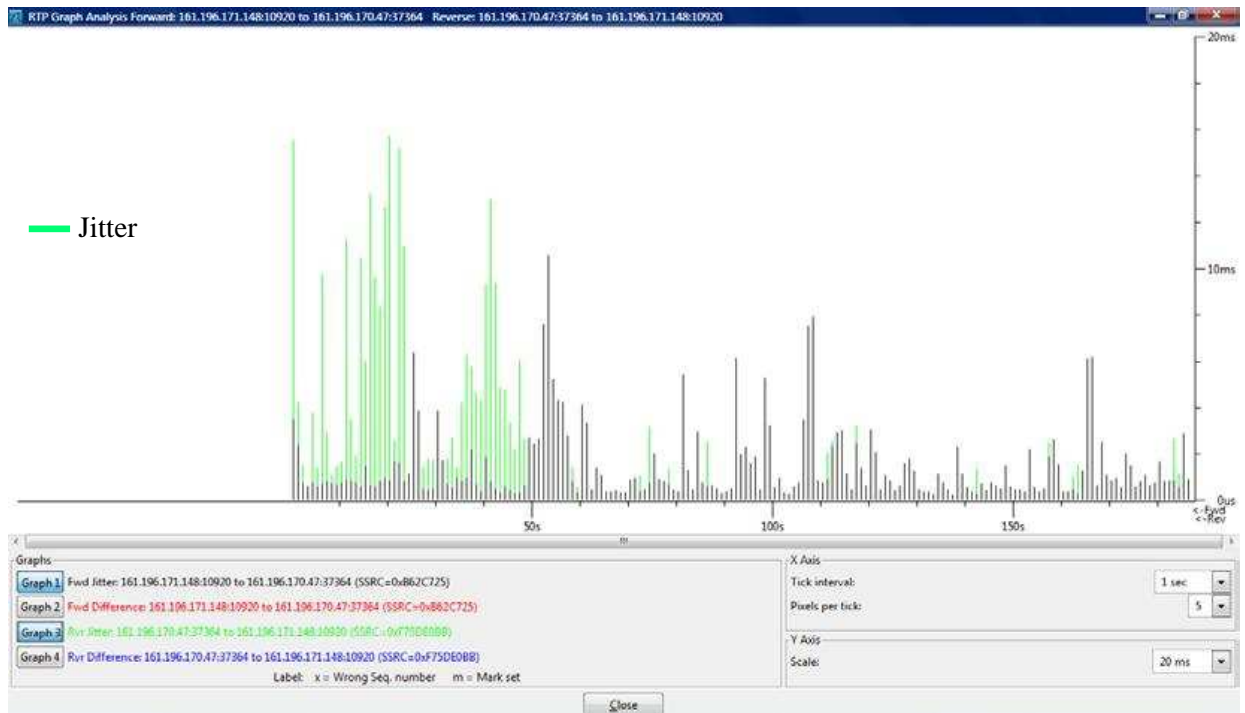


Figura Q.9. Gráfica de variación de la cantidad de latencia en la conversación – Escenario tres