



**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN IP PARA LA
CONVERGENCIA DE VOZ, DATOS Y VIDEO
EN LA RED LOCAL DE LA SEDE SENIAT,
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN IP PARA LA
CONVERGENCIA DE VOZ, DATOS Y VIDEO EN LA RED LOCAL DE LA
SEDE SENIAT, VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

EMPRESA: SENIAT

AUTOR: YORKER ANUEL

C.I. 20.841.488

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES

**IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN IP PARA LA
CONVERGENCIA DE VOZ, DATOS Y VIDEO EN LA RED LOCAL DE LA SEDE
SENIAT, VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Tutor académico, Ing. Rainier Blanco C.I.: 11.556.607

Tutor empresarial, Ing. Reina Suarez C.I.: 16.154.391

AUTOR: YORKER ANUEL

C.I. 20.841.488

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TECOMUNICACIONES

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Magaly Chacón, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre Raisi Anuel, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para el como lo es para mí. A mi abuela Carmen Brusco, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis Rainier Blanco, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Yorker Anuel

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PP.
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	4
1.3. Misión de la empresa.....	5
1.4. Visión de la empresa.....	5
1.5. Principios institucionales.....	6
1.6. Valores institucionales.....	6
1.7. Objetivo general del departamento de informática.....	7
1.8. Objetivos de la institución.....	7
1.9. Estructura organizativa.....	8
II EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento del problema.....	9
2.2. Formulación del Problema.....	11
2.3. Objetivos de la investigación.....	11
2.3.1. Objetivo general.....	11
2.3.2. Objetivos específicos.....	11
2.4. Justificación de la investigación.....	12
2.5. Alcance.....	13

III MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación.....	14
3.2. Bases teóricas.....	16
3.2.1. Comunicación.....	16
3.2.2. Complejidad del sistema mediante la comunicación.....	17
3.2.3. Proceso de la comunicación.....	17
3.2.4. Telefonía sobre IP.....	20
3.2.5. Voz sobre el protocolo de internet.....	20
3.2.5.1. Elementos.....	22
3.2.6. IP PBX.....	22
3.2.6.1. Características.....	23
3.2.6.2. Funciones PBX.....	23
3.2.7. Los Gateway.....	24
3.2.7.1. Funcionalidad.....	24
3.2.7.2. Por su estructura el estándar proporciona las siguientes ventajas.....	25
3.2.7.3. Ventajas.....	25
3.2.7.4. Desventajas.....	26
3.2.7.4.1. La calidad de la transmisión.....	26
3.2.7.4.2. Robos de datos.....	27
3.2.7.4.3. Virus en el sistema.....	27
3.2.8. Telefonía IP vs Telefonía convencional.....	27
3.2.9. Correo de voz en VOIP.....	27
3.2.10. Costos en la telefonía IP.....	28
3.2.11. Transmisión VOIP por la red.....	28
3.2.12. Protocolos en la telefonía IP o protocolo VOIP.....	28
3.2.12.1. El protocolo H-323.....	28

3.2.12.1.1 Generalidades de H-323.....	29
3.2.12.2. El protocolo SIP.....	31
3.2.12.3. El protocolo IAX2.....	31
3.2.12.4. El protocolo MGCP.....	31
3.2.12.5. EL protocolo SCCP.....	31
3.2.13. Codecs en la telefonía IP o codecs VOIP.....	32
3.2.13.1. Tipos de Codecs en la telefonía IP.....	32
3.2.13.2. Funcionamiento de los Codec VOIP.....	32
3.2.14. Asterisk.....	33
3.2.15. Internet.....	34
3.2.16. Redes de datos.....	35
3.2.16.1. Modelos OSI.....	35
3.2.17. Redes IP.....	36
3.2.17.1. Red Internet.....	36
3.2.17.2. Red IP publica.....	36
3.2.18. Intranet.....	36
3.2.19. Paquetes de centralita software.....	37
3.2.20. Calidad de servicio en VOIP.....	39
3.2.20.1. Codificación de la voz.....	39
3.2.20.2. Variación del retardo de Jitter.....	40
3.2.20.3. Ingenieria de trafico.....	41
3.2.20.4. Central telefónica.....	42
3.2.20.5. Jerarquía de centrales telefónicas.....	43
3.3. Bases legales.....	43

IV MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación.....	49
---------------------------------	----

4.2.	Diseño de la investigación.....	50
4.3.	Nivel de la investigación.....	50
4.4.	Fases de la investigación.....	51
4.4.1.	Fase I. análisis de los principales aspectos de la telefonía VOIP.....	51
4.4.2.	Fase II. Determinación de los requerimientos necesario de protocolos, equipos hardware y software para el montaje de la central telefónica.....	52
4.4.3.	Fase III. Estudio de la factibilidad económica y técnica de la telefonía VOIP.....	52
4.4.4.	Fase IV. Instalación y configuración de cada uno de los elementos requeridos en la central telefónica con funcionabilidad básica de acuerdo a las necesidades de la institución.....	52
V	RESULTADOS	
5.1.	Investigación.....	51
5.2.	Requerimientos necesarios de protocolos, equipos hardware y software para el montaje de la central telefónica.....	52
5.2.1.	Arquitectura Propuesta	52
5.2.2.	Teléfonos IP.....	53
5.2.3.	Softphones.....	55
5.2.4.	Gateways FXO-FXS.....	57
5.2.5.	Virtualización.....	59
5.2.6.	Selección de Códec.....	60
5.2.7.	Switches.....	62
5.2.8.	Dimensionamiento del call center.....	63
5.2.9	Tasa Promedio de Llamadas entrantes.....	64
5.2.10.	Intensidad del Tráfico.....	64
5.2.11.	Ocupación de los Agentes.....	65

5.2.12. Formula de Erlang C.....	65
5.2.13. Probabilidad de Espera.....	65
5.2.14. Nivel de servicio.....	66
5.3. Estudio de la factibilidad económica y técnica de la telefonía VOIP...	66
5.4. Configuraciones realizadas.....	67
5.4.1. Configuración de la Plataforma.....	67
5.4.2. Configuración de una Centralita por Software.....	69
5.4.3. Configuración de Extensiones y Troncales.....	71
5.4.4. Configuración de los SPA-922.....	76
5.4.5. Establecimiento de llamadas entre la PSTN y la Red VoIP.....	77
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS	
Impresas.....	83
Electrónicas.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PP.
1	Datos del call center.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PP.
1	Organigrama general de la institución SENIAT.....	8
2	Elementos básicos de un sistema de comunicaciones.....	17
3	Equivalencia de la comunicación humana y el sistema telefónico...	18
4	Modelo general de conexión entre redes distintas por medio de H.323	28
5	Codificación de voz.....	37
6	Componentes fundamentales en una red que soporte VOIP.....	38
7	Utilización de las medidas de tráfico para la planificación y operación de una red de datos.....	40
8	Teléfono IP Linksys SPA-922.....	55
9	Teléfono IP GrandStream BudgeTone 101.....	55
10	Zoiper Softphone.....	57
11	Linksys SPA-3102.....	59
12	Pantalla principal de VMware Server.....	60
13	Pantalla Principal de VMware.....	68
14	Ajustes de la Máquina Virtual.....	69
15	Instalación. Selección de Idioma.....	70
16	Configuración de Red con Netconfig.....	71
17	Pantalla Principal trixbox.....	73
18	Añadir extensión.....	74
19	Creación de un troncal.....	74
20	Configuración Troncal SPA-3102.....	76
21	Llamadas entre la red VoIP y la red PSTN.....	78

INTRODUCCIÓN

En los últimos años las telecomunicaciones han tenido grandes avances tecnológicos los cuales han permitido convertirse en una herramienta fundamental para el crecimiento del país, estos avances han logrado la creación de sistema de comunicación cada vez más efectivo, capaces de transmitir información más confiable, a mayor velocidad y menos susceptible a interferencias.

En este sentido, la versatilidad de las telecomunicaciones han dado paso a un muy variado número de aplicaciones, de las que muchas veces hasta la vida misma se ha vuelto casi dependiente. Es sorprendente lo determinante que resulta un efectivo sistema de comunicaciones aplicado por ejemplo en el ámbito administrativo, aspecto hacia el cual se enfoca el desarrollo de esta investigación.

Sin embargo, la ampliación y fuerte implantación de las redes IP, tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP lo que no significará en modo alguno la desaparición de las redes telefónicas modo circuito, sino que habrá, al menos temporalmente, es decir, una fase de coexistencia entre ambas, y por supuesto la necesaria interconexión mediante pasarelas (gateways), denominadas genéricamente pasarelas bajo estándar de voz sobre IP (VoIP).

El objetivo de este informe de pasantías es realizar una propuesta de un sistema de comunicación de la telefonía VoIP que permita el acceso de nuevos medios tecnológico para la red de área local del SENIAT; dicho sistema de comunicación es uno de los principales

mecanismos que al ser posible la integración con Microsoft NetMeeting, Outlook y otras aplicaciones, dotando así al terminal de todas las ventajas y capacidades que proporciona la Telefonía IP. Este trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I. Se muestra el marco referencial de la empresa, incluyendo su identificación, ubicación geográfica, reseña histórica, visión, misión y estructura organizativa.

Seguidamente se presenta el capítulo II, en el cual se realiza el planteamiento del problema, describiendo los objetivos que fueron planteados para llevar a cabalidad este proyecto, la justificación, alcances esperados y limitaciones.

El capítulo III está comprendido por las bases teóricas en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

En el capítulo IV se describe la metodología necesaria para desarrollar la investigación. Describe las fases metodológicas características de la investigación efectuada. Este capítulo lo conforman el diagnóstico de las necesidades; análisis de factibilidad y presentación y solución de aportes.

De igual forma, el capítulo V presenta los resultados se explican detalladamente las fases descritas en el capítulo anterior, incluyendo todos los procesos de instalación y configuración del *software* necesario para la implementación del *call center*, la topología bajo la cual esta implementada la red y el dimensionamiento realizado, tomando en consideración los recursos disponibles y las necesidades de la institución Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la institución

El Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria (SENIAT), es una institución creada con un objetivo muy importante para el país como lo es la recaudación y control de tributos.

Esto se debe principalmente a que antes de que existiera este servicio, es decir, antes del año 1994, el estado venezolano sólo subsistía con los ingresos provenientes del petróleo, sin embargo, a pesar de que esta fuente de ingresos era la de mayor fuerza, PDVSA y sus empresas filiales, en su momento se vieron en la necesidad de utilizar parte de esos recursos que producían para repotenciar, actualizar y adquirir nuevos activos, todo esto afín de mejorar u optimizar sus operaciones. En contraste el estado venezolano dejó de recibir esta parte de los ingresos, haciendo imposible costear al mismo tiempo todos los gastos públicos nacionales que se le presentaban en ese momento.

Por ello el estado venezolano estableció una alternativa ya utilizada en muchos países, mediante un modelo productivo basado en una recaudación eficaz y efectiva de tributos. Es aquí donde ocurre la Apertura tributaria del país, que no sólo se hizo para que la nación recibiera mayores ingresos sino que también para reorganizar el ya extinto Ministerio de Hacienda ahora llamado Ministerio de Finanzas, mediante modernos sistemas computarizados y personal altamente capacitado para responder a las exigencias en el momento de hacer efectiva la recaudación de tributos, además de promover la disminución de la evasión y elusión fiscal. Es por todo esto que nace el Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria.

Actualmente SENIAT, se encuentra ubicada en la Av. Paseo Cabriales, Edificio sede nueva del SENIAT. Valencia, Estado Carabobo.

1.2. Reseña histórica

Sustituyendo a la Dirección General Sectorial de Aduanas del Ministerio de Hacienda, el 21 de Mayo de 1993 se da la creación de Aduanas de Venezuela Servicio Autónomo (AVSA), un organismo que para ese momento no tenía personalidad jurídica, mediante Decreto Presidencial 2.937 de esa misma fecha, publicado en la Gaceta Oficial N° 35.216 del 21 de mayo 1993. Posteriormente el 23 de Marzo de 1994 se da la creación del Servicio Nacional de Administración Tributaria (SENAT), como un servicio autónomo y al igual que AVSA sin personalidad jurídica, el cual sustituye a la Dirección General Sectorial de Rentas del Ministerio de Hacienda, esto se dio según Gaceta Oficial N° 35.427 de ese mismo día.

Seguidamente el 10 de agosto de 1994 con el fin de crear un proceso más moderno y que tuviese un acrecentamiento efectivo en la recaudación de los distintos tributos venezolanos así como también el procrearle a la gente una buena cultura tributaria que los comprometa a cancelar las respectivas contribuciones, se fusionan Aduanas de Venezuela Servicio Autónomo (AVSA) y el Servicio Nacional de Administración Tributaria (SENAT) para dar paso a la creación del Servicio Nacional Integrado de Administración Tributaria (SENIAT), según Decreto Presidencial N° 310 de fecha 10 de agosto de 1994, publicado en la Gaceta N° 35.525 de fecha 16 de agosto de 1994.

Consecutivamente este mismo Ministro con el propósito de establecer las estructuras, atribuciones y funciones, publica el Reglamento Interno del SENIAT, según Resolución N° 32 con fecha 24 de marzo de 1995 y publicada en la Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.881 de fecha 29 de marzo de 1995, la cual fue reformada en parte en el año 2000 con el hecho de cambiar el nombre de Servicio Nacional Integrado de Administración Tributaria, a Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria, es decir, agregándole solamente la palabra "Aduanera" al nombre anterior y

conservándose las misma siglas, también se crean las Intendencias Nacionales de Aduanas y Tributos Internos; todo esto según publicación en Gaceta Oficial N° 36.892, del 12 de febrero del mismo año.

Por último en el año 2001, se decretó la Ley del Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria, la cual fue publicada en Gaceta Oficial N° 37.320 de fecha 8 de noviembre de 2001, el cual tiene como intención regular el desarrollo y buen funcionamiento de la institución, constituyéndolo de igual modo como un instituto totalmente autónomo (Autonomía Funcional, Técnica y Administrativa) y con personalidad jurídica, así como también adscrito al Ministerio de Finanzas.

1.3. Misión de la institución

La misión de la empresa está dirigida a "Recaudar con niveles óptimos los tributos nacionales, a través de un sistema integral de administración tributaria moderno, eficiente, equitativo y confiable, bajo los principios de legalidad y respeto al contribuyente”.

1.4. Visión de la institución

La visión de SENIAT está orientada a:

Ser una institución modelo para el proceso de transformación del Estado Venezolano, de sólido prestigio, confianza y credibilidad nacional e internacional, en virtud de su gestión transparente, sus elevados niveles de productividad, la excelencia de sus sistemas y de su información, el profesionalismo y sentido de compromiso de sus recursos humanos, la alta calidad en la atención y respeto a los contribuyentes, y también por su contribución a que Venezuela alcance un desarrollo sustentable con una economía competitiva y solidaria.

1.5. Principios institucionales

Los principales principios institucionales de la entidad gubernamental son:

- Transparencia
- Eficiencia
- Eficacia
- Rendición de cuentas

1.6. Valores institucionales

Los valores que caracterizan a la entidad gubernamental son los siguientes:

- Solidaridad: Prestar su apoyo a las causas, deberes o responsabilidades de las personas.
- Honestidad: Involucrarse con la institución de no engañar o defraudar al ciudadano.
- Compromiso: Comprometerse con la institución en su servicio, y otras iniciativas que tienen un impacto vivo dentro y fuera de la organización.
- Integridad: Actuar con honestidad y el honor, sin comprometer la verdad.
- Propiedad: Cuidar de la institución y los clientes.
- Equidad: Garantizar la imparcialidad de trato a todas las personas dentro y fuera de la organización.

1.7. Objetivo general del departamento de informática

Desarrollar, implementar, y mantener en óptimo funcionamiento los sistemas informáticos que se requieran dentro de la Sede Regional del SENIAT en Valencia Edo. Carabobo, conforme a las prioridades establecidas dentro de las políticas Institucionales.

1.8. Objetivos de la institución

Los objetivos establecidos por la institución son seis, estos se presentan a continuación:

- Proporcionar, la información necesaria para elaborar los proyectos o satisfacer requerimientos de índole informático dentro de la Institución.
- Proporcionar a los Empleados de la Institución el asesoramiento y apoyo en materia de sistemas de Informática.

- Realizar las demás funciones que les sean encomendadas por parte la gerencia en el ámbito de su competencia.
- Administrar y mantener el flujo de datos efectiva, que permitan proporcionar el mantenimiento de la Base de Datos de acuerdo a los parámetros que se han establecido.
- Incorporar nuevas tecnologías y procedimientos relacionados con el procesamiento de datos.
- Realizar e implantar cualquier sistema de programación que requiera la Institución con el fin de mejorar el funcionamiento interno de sus actividades diarias.

1.9. Estructura organizativa

El Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria (SENIAT) posee una estructura organizativa vertical descendente, en la cual la gerencia regional de tributos internos encabeza posee la mayor jerarquía seguido por un asistente administrativo y la coordinación regional de informática la cual a su vez se subdivide en área de desarrollo y mantenimiento de sistemas, área de soporte a usuario y área de administración de servicios de red voz y datos, luego se encuentra la oficina de resguardo nacional tributario, luego se divide la jerarquía en las siguientes divisiones de la empresa como son la división de sumario administrativos, división de asistencia al contribuyente, división de fiscalización, división de administración, división de jurídico tributario, división de tramitaciones, división de recaudación y la división de contribuyentes especiales.

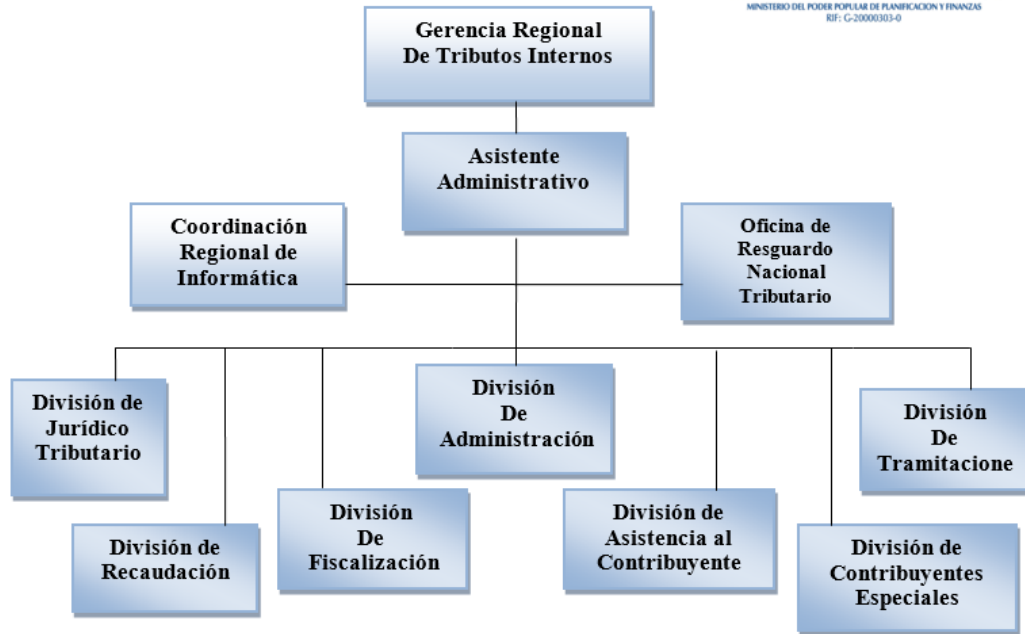


Figura 1: Organigrama general de la institución SENIAT.

Fuente: SENIAT (2018)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

La Telecomunicación a nivel mundial ha desarrollado un crecimiento en los últimos años de la década del siglo XX, en todos los aspectos de avances tecnológico de la comunicación, en el área de telecomunicaciones como un sistema integral, con la finalidad de construir herramientas necesarias para el buen uso de la red telefónica como del internet, por esta y otras razones, tanto pequeñas como grandes empresas se han visto obligadas a realizar constantes cambios en cuanto a las tecnologías usadas en sus infraestructuras, para de esta manera poder brindar un servicio actualizado y de buena calidad a los clientes.

Es importante resaltar, la comunicación vocal es una de las partes más importantes en el desarrollo humano. La necesidad del hombre de comunicarse a grandes distancias ha influido en su desarrollo a todos los niveles y en todas las épocas, desde el nivel personal, hasta niveles económicos, desde desarrollos locales hasta desarrollos nacionales o continentales, desde la prehistoria hasta el presente. La tecnología siempre ha intentado facilitar esta necesidad de comunicación a distancia desde el principio de la evolución, desde las primeras comunicaciones con señales de humo, pasando por el telégrafo, hasta las actuales comunicaciones por medio de telefonía móvil que nos permite la comunicación desde cualquier localización del planeta, e incluso en la actualidad, en la que se han llegado a realizar comunicaciones desde el espacio.

Sin embargo, en el estudio de esta investigación en el sistema de telefonías sobre IP para solventar la problemática a nivel de telecomunicaciones donde el mayor análisis, fue la relevancia a las anteriormente señaladas; que permiten lograr y satisfacer las nuevas tecnologías de comunicación interactiva.

De igual forma, ha sido uno de los problemas más comunes en las existencias de las redes de comunicación en el campo de los servicio que presta algunas instituciones en la telecomunicación, es por ellos, que en esta sede que también carece de pertenencia tecnológicas donde puede ser solucionado con análisis de especialistas, y así obtener una proyección interactiva eficaz a todos los usuarios donde se siente satisfecho a la práctica profesional.

En este sentido, surge la necesidad de implementar la utilidad de un sistemas de comunicación interactivos de las redes locales reside en que constituye el eje principal de la telefonía IP entre la población en general y los funcionarios de servicio como una institución del estado. Sin embargo, en el estado Carabobo existe una sede de Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria, está se encuentra ubicada en la Avenida Paseo Cabriales (Valencia). Permitiendo así, acceso directo de un sistema de red local.

Es por ello, que me permite llevar a investigar y profundizar un análisis en la situación de los sistemas de comunicación e incorporación de conexiones en la red local, que determinó elementos básicos de la tecnología VozIP (Voz sobre IP) o VoIP (Voice over IP) que es un conjunto de protocolos para transporte de voz sobre redes IP, y no solo debemos entender el uso de VoIP para su uso en Internet, sino que tenemos que incluir cualquier Red que funcione bajo este protocolo, aunque como es obvio Internet es la más importante.

El Seniat de Valencia es una institución pública que consta de varias direcciones en las cuales no hay ningún tipo de comunicación por extensión telefónica entre ellas y esto ocasiona que el personal tenga que movilizarse de una dirección a otra para comunicarse. La Dirección de Informática del Seniat de Valencia se dedica a prestar servicios tanto de soporte técnico como de Red.

Actualmente la Dirección cuenta con una infraestructura de Red para prestar el servicio de Internet e Intranet a todos los departamentos a través de subredes VLAN. Ante esta realidad, la institución está buscando migrar toda su infraestructura de red a la tecnología de Voz sobre IP (VoIP), debido al gran número de beneficios que esta ofrece y a la reducción de costo que esta representa, para ello, se planteó la creación de un call center , el cual funcione completamente bajo la tecnología VoIP, haciendo uso de la central y aprovechando todas las aplicaciones y beneficios que esta plataforma ofrece, para así de esta manera evaluar qué tan productivo resulta hacer la migración hacia esta tecnología.

2.2. Formulación del Problema

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

“¿La implantación de un sistema basado en telefonía IP mejorará la comunicación en la Sede de Tributos Internos del SENIAT Estado Carabobo?”

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Implantar un sistema de comunicación por medio de la telefonía Voz sobre IP (VoIP) que permita la convergencia de servicio voz, datos y video para la red área local (LAN), del SENIAT, sede Tributos Internos Valencia, Estado Carabobo.

2.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de los diferentes equipos de comunicación en el SENIAT Sede Tributos Internos para así identificar las características de sus conexiones de redes.

- Describir las alternativas de armado de conexión del cuarto de voz/datos con respecto a las demás áreas del SENIAT sede Tributos Internos Valencia Estado Carabobo.
- Determinar la factibilidad de aplicación técnica y operativa, para demostrar la viabilidad de un sistema de comunicación de la telefonía voz sobre IP y orientar la práctica de las nuevas herramientas tecnológicas en el SENIAT sede Tributos Internos Valencia Estado Carabobo.

2.4. Justificación de la investigación

El tópico de la selección de esta investigación se refiere al aspecto tecnológico de las redes de telecomunicación y avances tecnológico de los sistemas de comunicación, se determinó una propuesta de un sistema de comunicación de la telefonía voz sobre IP (VoIP) para la convergencia de servicio voz, datos y video en la red área local (LAN), del SENIAT sede Tributos Internos Valencia Estado Carabobo. Esto muestra un estudio relevante de redes disponibles locales para difundir herramientas de líneas y dispositivo que permite obtener más de una señal digital en empresas que requieren soluciones confiables y estándares, que soporten servicios nuevos y tradicionales en telefonía.

Por consiguiente, todo esto sin perder de vista la seguridad de la solución, capacidad de sistema interactivo y servicios de recuperación de información operativo, y una tecnología que permita la implementación de una ciencia de uso más adecuada en cada caso. Es decir, en la actualidad la globalización, la competitividad, la búsqueda de la excelencia en los negocios, y la necesidad de generación de la calidad de servicios distribuidos geográficamente exige mejores sistemas de comunicación ágiles y adecuados. Cada vez son más las empresas que migran a una solución de telefonía voz sobre IP. Uno de los motivos es la alta flexibilidad que ella ofrece en sus múltiples funciones, que con una configuración adaptada a sus necesidades hace que el costo de implementación de esta solución se recupere en tiempo récord.

Dentro de este marco de idea, el desarrollo del sistema de comunicación de la telefonía voz sobre IP (VoIP) se realizó un análisis previo de las necesidades que tenía el SENIAT

basándose en la situación actual de los equipos activos con los que cuenta el instituto, y del funcionamiento de la red, de acuerdo a este resultado se pudo realizar la nueva red integrada.

Todos estos elementos justifican, la problemática que determina el corazón del trabajo de esta investigación que favorece a los servicios de la telecomunicación y a un sistema de dispositivo de línea y redes que fundamenta un plan de acción y proyecto factible que argumente conocimientos previos a los ingenieros de indagar, más en los medios tecnológicos y así obtener resultado de evaluación y análisis en este medio importante como lo es el sistema de comunicación e información.

La propuesta es genuina e innovadora porque va dirigida a mejorar un sistema interactivo de la telefonía Voz sobre IP que facilite la convergencia de servicio de la información y la comunicación en los avances tecnológicos de la telecomunicación. También institucionalmente la investigación de este informe beneficiará al personal de la sede del SENIAT en la conexión de nuevas redes y uso de la herramienta tecnológica, además científicamente este estudio genera un aporte trascendente al ser adoptado en el sistema de telecomunicación de ingeniería.

2.5. Alcance

Esta investigación de este informe fundamenta el desarrollo de un sistema interactivo de la telefonía voz sobre IP (VoIP) que permita la convergencia de servicio voz, datos y video; para ser disponible en la sede de Tributos Internos del Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria SENIAT, con la finalidad de alcanzar mecanismo más factible de incorporación de las áreas locales para los soportes de integraciones necesarias e información en las líneas de telecomunicación.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Es preciso considerar que para el desarrollo de toda propuesta de ingeniería, es de gran importancia la descripción y análisis de proyectos semejantes, debido a la contribución que puedan aportar para el desarrollo del mismo, es por ello que se analizan diferentes trabajos a nivel nacional e internacional, con uso y características de migración de un sistema de control a otro, para considerar lo mejor de cada uno de ellos.

A., Maldonado, M., Torres, N. (2015) con su trabajo titulado **“Implementación de un sistema telefónico basado en telefonía IP”**. Presentado en el Instituto Politécnico Nacional, México con la finalidad de obtener el título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica. El mismo está orientado a la implementación de telefonía para pequeñas y medianas empresas, basado en telefonía IP, como opción válida para que las empresas que están en desarrollo y que se han quedado con la telefonía analógica tradicional que paulatinamente está siendo sustituida por la tecnología VoIP, se arriesguen a migrar su infraestructura utilizando un servicio en común como es la Red de Internet obteniendo el beneficio de ahorro de costos. Esto se elabora a través del software Asterisk y las pruebas de este proyecto fueron realizadas en las instalaciones del Instituto ya antes mencionado utilizando direcciones IP públicas.

Así mismo, Asenjo., E. (2011) en su trabajo titulado **“Optimización e implementación de una red LAN del instituto de electricidad y electrónica UAC”**, amplió una red LAN ya existente y la mejoró con nuevos modos de arquitectura, estándares, dispositivos, pruebas, entre otros puntos importantes con el propósito de tener una red alternativa dedicada a la investigación, educación y mejoramiento de la calidad de los profesionales, se tomó como ejemplo la extensión de una topología de estrella extendida.

Este aporte, estudia todo un proceso de herramientas de red LAN e investiga dispositivos de un sistema de integración y conexión de áreas para obtener tecnología de comunicación avanzada disponible a los usuarios, con el fin de determinar proceso de conexión en la telefonía e incorporarlo y así obtener un enlace de voz y datos en una misma red LAN.

Por otra parte, Urquia., F. (2009), investigó sobre un **“Diseño y Construcción de un Localizador de conexión de área local de la Telefonía”**. Realizada para optar al título de Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad de los Andes. Su objetivo general fue construir un localizador de conexión de áreas locales de la Telefonía, así mismo, la interconexión de avances tecnológicos de un sistema interactivo con mayor influencia en la comunicación del usuario. En esta cita menciona, que la investigación se efectuó el diseño y construcción de un instrumento de sistema interactivo de la telefonía, donde su función era detectar localizar averías en las áreas locales disponibles en las redes.

Los resultados obtenidos por la investigación arrojaron que los ingenieros evalúen de forma directa la ausencia de conformar el sistema interactivo con líneas digitales que permiten los accesos directos en las redes de dispositivos adecuando así todo un control de información necesaria en la apertura de un mayor avance tecnológico.

En el mismo orden de ideas, Orjuela., J. (2009). Planteo una **“Red LAN para el centro local de Amazona”**, tuvo como objetivo proponer el diseño de una red LAN a través de la arquitectura de cableado y gestión de la red en primer lugar y en segundo lugar obtener una red 100% conmutada y estandarizada en cuanto a cableado estructurado, aporto la manera de verificación de una red 100% conmutada.

Acaba destacar, el análisis de este estudio fundamenta una gestión de la red LAN en los centros locales permitiendo el acceso de los dispositivos del sistema interactivo de los medios de comunicación en los avances tecnológicos, permitiendo así los enlaces disponibles en la telefonía. Estos avances son de mayor frecuencia a través de un mecanismo de conexión en la transferencia de voz y datos.

Finalmente, Rodríguez., A. (2008), realizó un estudio denominado **“Diseño para la implementación de una central telefónica basada en tecnología de voz sobre IP”**, en la **empresa CVG Alucasa, S.A.**, presentado ante la Universidad José Antonio Páez, para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones. El objetivo del trabajo según plantea su autora fue la implementación de una central telefónica, ofreciendo como solución una Central telefónica Asterisk, bajo plataforma de Linux y otras plataformas Unix.

En su trabajo la autora realiza un detallado análisis sobre la implementación de telefonía IP en la empresa. La relación de este trabajo con la presente investigación es el enfoque sobre el uso de la telefonía IP, permitiendo la integración de sistemas y desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea de voz, datos, video o cualquier tipo de información.

Estos trabajos son de gran utilidad y sirven como base para la presente investigación debido a que consisten en la implementación de sistemas VoIP en empresas e instituciones como parte de modernización y aprovechamiento de la infraestructura de datos además del ahorro en costos.

3.2. Bases teóricas

Constituye el corazón del trabajo de investigación, en este sentido se comprende que sobre este capítulo se constituye todo el trabajo de investigación. Una buena base conceptual formara la plataforma sobre la cual se fundamentara el análisis de los resultados obtenidos a realizar los estudios.

3.2.1. Comunicación

Según, Niklas Luhmann (1998 p.97) define que: “la comunicación como un elemento que le permite a la sociología enfocar adecuadamente el concepto de sociedad, en donde no lo constituyen los seres humanos, sino que sistemas y subsistemas se comunican e interrelaciones de manera constante entre un sistema y otro”.

Así mismo, la diferencia de lo presentado por el sociólogo alemán, Luhmann, en la actualidad el concepto de comunicación se entiende como un conjunto de dos o más personas que se comunican e intercambian palabras verbales o no verbales, o bien como una transmisión de algo de un sujeto a otro. La comunicación no debe entenderse "como una 'transmisión' de algo de un sujeto a otro". Esta metáfora de la transmisión es inservible ya por el simple hecho de que aquel de quien se dice que en una comunicación transmite algo no se deshace realmente de ello, sino que lo conserva" (Luhmann, 1998).

Al respecto, Costan Joan (2002 p.85), menciona que: "la comunicación es más fuerte que la acción". La comunicación es transversal, atraviesa todos los procesos de la empresa y es el sistema nervioso central de la organización.

3.2.2 Complejidad del Sistema mediante la Comunicación

Toda comunicación actual trae consigo un potencial que abre un horizonte de infinitas posibilidades dentro de lo cual se opera la selección de la comunicación, esto es posible gracias al sentido. Según lo que estipula Rodríguez y Arnol, (1991:46) define el sentido como una estrategia de selección, en donde se elige entre diversas posibilidades sin desechar ni eliminar las posibilidades no seleccionadas, sino que las opciones no elegidas se suspenden temporalmente.

3.2.3 Proceso de la comunicación

El modelo de Shannon y Weaver, los elementos que deben darse para que se considere el acto de la comunicación son:

- **Emisor:** Es quien emite el mensaje, puede ser o no una persona.

- **Receptor:** Es quien recibe la información. Dentro de una concepción primigenia de la comunicación es conocido como Receptor, pero dicho término pertenece más al ámbito de la teoría de la información.

- **Canal:** Es el medio físico por el que se transmite el mensaje, en este caso Internet hace posible que llegue a usted (receptor) el mensaje.
- **Código:** Es la forma que toma la información que se intercambia entre la Fuente (el emisor) y el Destino (el receptor) de un lazo informático. Implica la comprensión o decodificación del paquete de información que se transfiere.
- **Mensaje:** Es lo que se quiere transmitir.

Situación o contexto: Es la situación o entorno extralingüístico en el que se desarrolla el acto comunicativo.

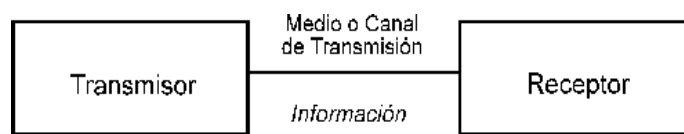


Figura 2: Elementos básicos de un sistema de comunicaciones.

Fuente: Costa Joan (2002)

Sin embargo, Joskowicz., J. en el libro **“Conceptos de Telefonía Corporativa”**, establece que: “La comunicación de voz en las empresas ha sido una necesidad permanente, desde los inicios de la telefonía. Las soluciones de comunicaciones brindadas a las empresas han evolucionado, desde la instalación de un único teléfono para toda una empresa a finales del siglo XIX, hasta los actuales sofisticados sistemas de comunicaciones”.

Según, Cabezas., J. del libro **“Sistemas de Telefonía”**, la palabra telefonía viene de tele (lejos) y fonía (sonidos), por lo tanto se puede definir la telefonía como la técnica de transmisión de sonidos a larga distancia. (2007 p.9), La telefonía es una herramienta principal del ser humano ya que nos permite comunicarnos a través de los teléfonos sean móviles o fijos, nos proporciona la ventaja de poder llamar a cualquier hora del día o de la noche,

dependiendo del servicio de la operadora telefónica y si la persona no quiere hablar por teléfono tiene la opción de enviar mensajes de textos para poderse comunicar.

Cabezas., J. Continúa diciendo: “a mediados del siglo XIX, los telégrafos formaban los únicos sistemas de comunicaciones a largas distancias. Para transmitir los que utilizaban la codificación Morse que constituía un método eficaz y simple para la transmisión de información a largas distancias”. (2007 p.10).

Y más adelante afirma, que “en el año 1854 se comenzó a plantear la posibilidad de transmitir voz a través de un circuito eléctrico, pero no fue hasta 1876 hasta que Grahan Bell construyó el primer teléfono capaz de transmitir la voz humana con suficiente calidad”. (2007 p.10).

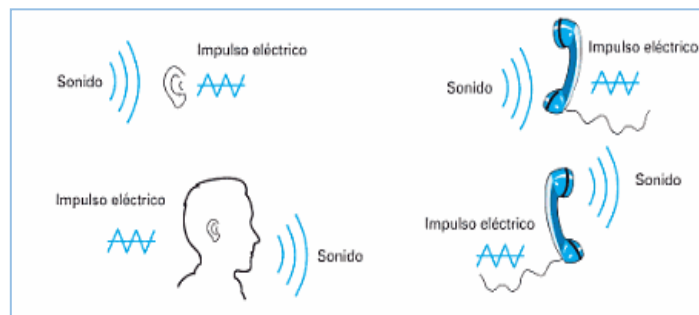


Figura 3: Equivalencia de la comunicación humana y el sistema telefónico

Fuente: Cabeza (2007).

También aclara que, “El conjunto telefónico inventado por Bell estaba formado concretamente por un sistema emisor, un sistema receptor y un cable de conexión”. En el esquema que se puede observar en la figura anterior y además cabe destacar que la evolución de los sistemas telefónicos ha sido uno de los puntos clave para muchas empresas, ya que ha brindado y sigue brindando muchos servicios para los clientes y usuarios que se encuentren dentro de la empresa.

3.2.4. Telefonía sobre IP

La telefonía sobre IP según definición adoptada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), es un “término genérico para la prestación de servicios vocales, facsímil y servicios conexos, parcial o totalmente por redes basadas en IP”, también para Huidobro y Roldán lo definen como “una solución tecnológica que sirve para transmitir comunicaciones de voz sobre una red de datos basada en el estándar IP.

La VoIP permite la unión de dos mundos históricamente separados, el de la transmisión de voz y el de la transmisión de datos. Entonces, la VoIP no es un servicio sino una tecnología. La VoIP puede transformar una conexión estándar a Internet en una plataforma para realizar llamadas de bajo costo por Internet. Usando algunos del software libre para llamadas VoIP que están disponibles en Internet se está saltando a las compañías tradicionales de telefonía, y por consiguiente, sus tarifas.

3.2.5. Voz sobre Protocolo de Internet

También llamado Voz sobre IP, Voz IP, Voz IP, VoIP (por sus siglas en inglés, Voice over IP), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como las redes PSTN (sigla de Public Switched Telephone Network, Red Telefónica Pública Conmutada).

Los Protocolos que se usan para enviar las señales de voz sobre la red IP se conocen como protocolos de Voz sobre IP o protocolos IP. Estos pueden verse como aplicaciones comerciales de la "Red experimental de Protocolo de Voz" (1973), inventada por ARPANET. El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo las redes de área local (LAN). Es muy importante diferenciar

entre Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía sobre IP. VoIP es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en definitiva la tecnología que permite comunicar voz sobre el protocolo IP. La telefonía VoIP presta un servicio por medio de cualquier tipo de conexión a Internet de banda ancha (ADSL, Cable módem), realizar llamadas telefónicas por Internet con un Adaptador VoIP o Teléfono VoIP a un costo muy económico o software para VOIP Home o Empresarial con costo inicial cero en adquisición de software. Es el producto ideal para usuarios y empresas que realizan un uso intensivo del teléfono para hacer llamadas de: Larga distancia Nacional, Larga distancia Internacional, Punto a punto.

Asterisk es una PBX completa diseñada en software, funciona en Linux y proporciona todas las características que se esperan de una PBX. Trabaja con voz sobre VoIP en varios protocolos (SIP, H323) e Inter. Opera con casi todo el equipo estándar basado en telefonía VoIP. Provee de servicios de correo de voz, comunicación de llamada, respuesta interactiva de voz, cola de llamados, servicio de identificación de llamados, etc.

Para funcionar con voz sobre VoIP no necesita de ningún hardware adicional, ahora para interconectar con la telefonía tradicional requiere de tarjetas especiales (tarjetas FXO, FXS).

3.2.5.1. Elementos

El cliente: establece y origina las llamadas realizadas de voz, esta información se codifica, se empaqueta y se transmite a través del micrófono (entrada de información) del usuario, de la misma forma la información se decodifica y reproduce a través de los altavoces o audífonos (salida de la información). Un Cliente puede ser un usuario de Skype o un usuario de alguna empresa que venda sus servicios de telefonía sobre IP a través de equipos como ATAs (Adaptadores de teléfonos analógicos) o teléfonos IP o SoftPhone que es un software que permite realizar llamadas a través de una computadora conectada a Internet.

Los servidores: se encargan de manejar operaciones de base de datos, realizado en un tiempo real como en uno fuera de él. Entre estas operaciones se tienen la contabilidad, la

recolección, el enrutamiento, la administración y control del servicio, el registro de los usuarios, etc. Usualmente en los servidores se instala software denominados Switches o IP-PBX (Conmutadores IP), ejemplos de switches pueden ser "Voipswitch", "Mera", "Nextone" entre otros, un IP-PBX es Asterisk uno de los más usados y de código abierto.

3.2.6. IP PBX.

Una IP PBX es un sistema de telefonía completo, que provee llamadas telefónicas sobre redes de datos IP. Todas las conversaciones se envían como paquetes de datos a través de la red. Diseñada para pequeñas y medianas empresas con sucursales en distintas ciudades, Call Centers, etc. La central IP PBX es un aliado a la hora de optimizar los costos y agregar nuevos servicios.

PBX se refiere al dispositivo que actúa como una ramificación de la red primaria pública de teléfonos, por lo que los usuarios no se comunican directamente al exterior mediante líneas telefónicas convencionales, sino que al estar el PBX directamente conectado a la RTC (red telefónica pública), será esta misma la que enrute la llamada hasta su destino final mediante enlaces unificados de transporte de voz llamados líneas troncales. En otras palabras, los usuarios de una PBX no están asociados con la central de teléfonos pública, ya que es la misma PBX la que actúa como tal, análogo a una central pública que da cobertura a todo un sector mientras que un PBX lo ofrece generalmente en las instalaciones de una compañía.

3.2.6.1 Características

Los teléfonos utilizan la red de computadores optimizando costos de cableados y mantenimientos. La facilidad de incorporar nuevas líneas entrantes e internos permite garantizar una inversión a largo plazo. Adicionalmente, por tratarse de una plataforma escalable, las nuevas aplicaciones y actualizaciones son implementadas por software evitando que la central se torne rápidamente obsoleta.

3.2.6.2. Funciones PBX:

- Soporta líneas analógicas.
- Panel Web para programación.
- Consola de estado de internos.
- Grabación de llamadas en formato MP3 o WAV.
- Sistema de respuestas de voz interactivo (IVR).
- Música en espera (archivos MP3).
- Video llamadas y Video VoiceMail.
- Sala de conferencias.
- Transferencia de llamadas entre internos.
- Música en espera.
- Buzón de Voz.
- Colas de Llamadas.
- Registros de Llamada Detallados.

3.2.7 Los Gateway

Brindan un puente de comunicación entre todos los usuarios, su función principal es la de proveer interfaces con la telefonía tradicional adecuada, la cual funcionará como una plataforma para los usuarios (clientes) virtuales. Los Gateway se utilizan para "Terminar" la llamada, es decir el cliente Origina la llamada y el Gateway Termina la llamada, eso es cuando un cliente llama a un teléfono fijo o celular, debe existir la parte que hace posible que esa llamada que viene por Internet logre conectarse con un cliente de una empresa telefónica fija o celular.

3.2.7.1. Funcionalidad

VoIP puede facilitar tareas que serían más fáciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

-Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono VoIP en un viaje, y en cualquier sitio conectado a Internet, se podría recibir llamadas.

-Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países con organizaciones de usuarios VoIP.

-Los agentes de call center usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.

-Algunos paquetes de VoIP incluyen servicios extra por los que PSTN (Red Pública Telefónica Conmutada) normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de 3 a la vez, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamada.

3.2.7.2. Por su estructura el estándar proporciona las siguientes ventajas:

- Permite controlar el tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan las siguientes ventajas adicionales.
- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.
- Permite la integración de Vídeo.
- -Proporciona un enlace a la red de telefonía tradicional.
- -Esta telefonía ha evolucionado tanto, que hasta los 800's que son números no geográficos, pueden llamar a una línea IP.

- Lo que anteriormente era una central telefónica con mucha infraestructura, ahora se resume en un software instalable en un pequeño servidor con las mismas funcionalidades.

3.2.7.3. Ventajas

La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente la cual pueden usar para VoIP sin coste adicional. 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.

El desarrollo de codecs para VoIP ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos cada vez más pequeños. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda muy reducidos. Junto con el avance permanente de las conexiones ADSL en el mercado residencial, éste tipo de comunicaciones están siendo muy populares para llamadas internacionales.

Hay dos tipos de servicio de PSTN a VoIP: "Discado Entrante Directo" (Direct Inward Dialling: DID) y "Números de acceso". DID conecta a quien hace la llamada directamente con el usuario VoIP, mientras que los Números de acceso requieren que este introduzca el número de extensión del usuario de VoIP. Los Números de acceso son usualmente cobrados como una llamada local para quien hizo la llamada desde la PSTN y gratis para el usuario de VoIP, estos precios pueden llegar a ser hasta 100 veces más económicos que los precios de un operador locales.

3.2.7.4 Desventajas

3.2.7.4.1. La calidad de la transmisión

Es un poco inferior a la telefónica, ya que los datos viajan en forma de paquetes, es por eso que se puede tener algunas pérdidas de información y demora en la transmisión. El problema en sí de la VoIP, no es el protocolo sino la red IP, porque esta no fue pensada para dar algún tipo de garantías. Otra desventaja es la latencia, porque cuando el usuario está hablando y otro usuario está escuchando, no es adecuado tener 200ms (milisegundos) de pausa en la transmisión. Cuando se va a utilizar VoIP, se debe controlar el uso de la red para garantizar una transmisión de calidad.

3.2.7.4.2. Robos de Datos.

Un cracker puede tener acceso al servidor de VoIP y a los datos de voz almacenados y al propio servicio telefónico para escuchar conversaciones o hacer llamadas gratuitas a cargo de usuarios.

3.2.7.4.3. Virus en el sistema.

En el caso que un virus infecta algún equipo de un servidor VoIP, el servicio telefónico puede quedar interrumpido. También pueden verse afectados otros equipos que estén conectados al sistema. Suplantaciones de ID y engaños especializados. Si uno no está bien protegido pueden sufrir de fraudes por medio de suplantación de ID.

3.2.8 Telefonía IP vs Telefonía Convencional.

En una llamada telefónica normal, la centralita telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que se utiliza para llevar las señales de voz. En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino para llegar, están compartiendo un medio, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz.

3.2.9. Correo de voz en VOIP

Está presente en la mayoría de las aplicaciones y son gratis.

3.2.10. Costos en la Telefonía IP

Una llamada telefónica normal requiere una enorme red de centrales telefónicas conectadas entre sí mediante fibra óptica y satélites de telecomunicación, además de los cables que unen los teléfonos con la central. Las enormes inversiones necesarias para crear y mantener esa infraestructura la tenemos que pagar cuando realizamos llamadas. Además, cuando se establece una llamada tenemos un circuito dedicado, con un exceso de capacidad que realmente no estamos utilizando.

Sin embargo, en una llamada telefónica IP se comprime la señal de voz y se emplea una red de paquetes sólo cuando es necesario. Los paquetes de datos de diferentes llamadas, e incluso de diferentes tipos de datos, pueden viajar por la misma línea al mismo tiempo. Además, el acceso a Internet cada vez es más barato, lo ofrecen gratis, sólo tienes que pagar la llamada, siempre con las tarifas locales más baratas. También se empiezan a extender las tarifas planas, conexiones por cable, ADSL, etc.

3.2.11. Transmisión VoIP por la Red

Los paquetes de VoIP se transmiten sobre la red basada en IP aprovechando el modelo TCP/IP que consta de 5 capas.

3.2.12. Protocolos en la Telefonía IP ó Protocolos VoIP

Existen varios protocolos comúnmente usados para VOIP, se definen a continuación:

3.2.12.1. El Protocolo H.323

El protocolo más usado es el H.323, un estándar creado por la International Telecommunication Union (ITU) H323 es un protocolo muy complejo que fue originalmente pensado para videoconferencias. Este provee especificaciones para conferencias interactivas en tiempo real, para compartir data y audio como aplicaciones VOIP. Actualmente H323 incorpora muchos protocolos individuales que fueron desarrollados para aplicaciones específicas.

3.2.12.1.1. Generalidades de H.323

Este estándar de la UIT define como serán transportados en una red LAN basada en IP, el audio, los datos y el video. Esta norma está basada en el protocolo RTP y RCTP. En un principio, las redes VoIP existentes eran propietarias, por lo que cada fabricante diseñaba sus equipos y protocolos, los cuales no eran compatibles con los 38 demás fabricantes. Estos protocolos controlaban la señalización, control y codificación de la voz.

En 1996, la UIT emitió esta recomendación titulada “Servicios Telefónicos Visuales y Equipos para Redes de Área Local que proporcionan una Calidad de Servicio no Garantizada”. Esta recomendación trata precisamente los protocolos necesarios para lograr la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

A finales de 1997, el VoIP forum decidió que como el estándar H.323 cubría casi todas las necesidades para la integración de la voz, se decidió que éste fuera la base de VoIP. Este protocolo hace referencia a una gran cantidad de protocolos específicos para la codificación de la voz, establecimiento de llamadas, señalización, transporte de datos y otras áreas.

El principal objetivo de VoIP es asegurar la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes, asegurando aspectos como la supresión del silencio, codificación de la voz y direccionamiento, el establecimiento de los elementos necesarios para la conectividad con la red PSTN tradicional. H.323 hace referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. Esta recomendación no garantiza calidad de servicio y dependiendo del tipo de transporte, puede ser fiable o no en el transporte de datos y con voz y video no es fiable.

Esta recomendación es independiente de la topología de la red y acepta pasarelas, de este modo permite usar más de un canal de cada tipo (voz, datos o video) al mismo tiempo.

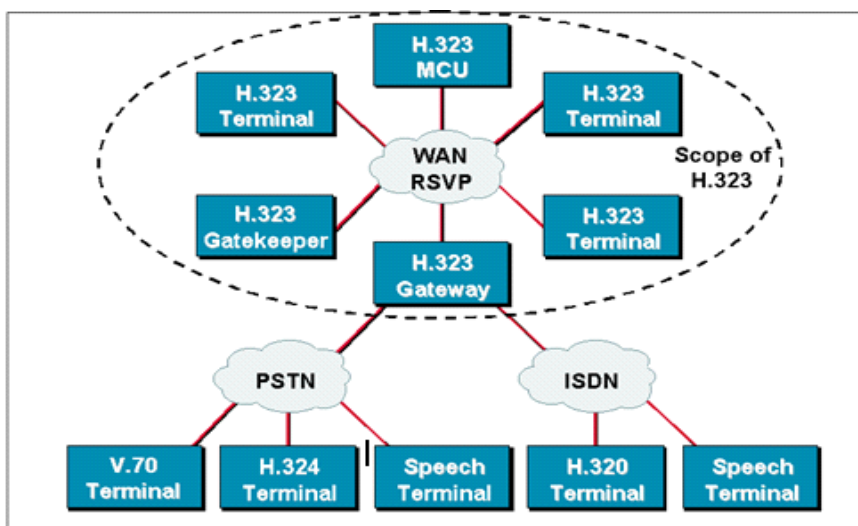


Figura 4: Modelo general de conexión entre redes distintas por medio de H.323

Fuente: ITU-H3.23

El protocolo H.323 se basa principalmente en los siguientes estándares y protocolos:

Direccionamiento:

- RAS (Registration, Admisión and Status), protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra H.323 a través del Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service): Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

Señalización:

- Q.931: señalización inicial de llamada.
- H.225: control de llamada, señalización, registro, admisión y paquetización / sincronización del stream (flujo de voz).
- H.245: Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales de streams de voz.

Compresión de voz:

- Requeridos: G.711 y G.723.
- Opcionales: G.722, G.728 y G.729.

3.2.12.2. El Protocolo SIP

Una alternativa al H.323 surgió con el desarrollo del Session Initiation Protocol (SIP). SIP es un protocolo mucho más lineal, desarrollado específicamente para aplicaciones de VoIP. Más chicas y más eficientes que H.323. SIP toma ventaja de los protocolos existentes para manejar ciertas partes del proceso. Uno de los desafíos que enfrenta el VoIP es que los protocolos que se utilizan a lo largo del mundo no son siempre compatibles. Llamadas VoIP entre diferentes redes pueden meterse en problemas si chocan distintos protocolos. Como VoIP es una nueva tecnología, este problema de compatibilidad va a seguir siendo un problema hasta que se genere un estándar para el protocolo VoIP.

3.2.12.3. El Protocolo IAX2

Es uno de los protocolos utilizados en ASTERISK, un servidor PBX (central telefónica) de código abierto patrocinado por Digium. Es utilizado para manejar conexiones VOIP entre servidores ASTERISK y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX2. Además permite manejar grandes cantidades de códec, lo que significa que puede manejar una gran cantidad de datos.

3.2.12.4. El protocolo MGCP

Es un protocolo de control de dispositivos, donde el gateway esclavo (MG Media Gateway) es controlado por un maestro (MGC Media Gateway Controller también llamado

Call Agent). MGC es un protocolo interno de VOIP cuya arquitectura se diferencia del resto de los demás protocolos por ser del tipo cliente-servidor.

3.2.12.5. El protocolo SCCP

Es un protocolo propietario de control de terminal, es un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y un Call Manager, es un protocolo ligero que permite una comunicación eficiente con un sistema CM que actúa como un proxy de señalización para llamadas iniciadas a través de otros protocolos como H323, SIP, RDSI o MGCP.

3.2.13. Codecs en la Telefonía IP ó Codecs VoIP

Un Códec, que viene de las ingles coder-decoder, convierte una señal de audio analógico en un formato de audio digital para transmitirlo y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para poder reproducirlo. Esta es la esencia del VoIP, la conversión de señales entre analógico-digital.

3.2.13.1 Tipos de códecs en la Telefonía IP

Los códecs realizan esta tarea de conversión tomando muestras de la señal de audio miles de veces por segundo. Por ejemplo, el codecs G.711 toma 64,000 muestras por segundo. Convierte cada pequeña muestra en información digital y lo comprime para su transmisión. Cuando las 64,000 muestras son reconstruidas, los pedacitos de audio que se pierden entre medio de estas son tan pequeños que es imposible para el oído humano notar está perdida, esta suena como una sucesión continua de audio. Existen diferentes frecuencias de muestre de la señal en VOIP, esto depende del códec que se esté usando.

-64,000 veces por segundo

-32,000 veces por segundo

-8,000 veces por segundo

Un códec G728A tiene una frecuencia de muestreo de 8,000 veces por segundo y está el códec mayormente usado en VoIP. Tiene el balance justo entre calidad de sonido y eficiencia en el uso de ancho de banda.

3.2.13.2. Funcionamiento de los Códec VoIP.

Los códec operan usando algoritmos avanzados que les permiten tomar las muestras, ordenas, comprimir y empaquetar los datos. El algoritmo CS-ACELP (conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction) es uno de los algoritmos más comunes en VoIP. CS-ACELP ayuda a organizar el ancho de banda disponible, es el que crea la regla que dice "si ninguno está transmitiendo, no mandar ninguna información". Como aprendimos anteriormente la eficiencia creada por esta regla es una de las cosas más importantes en las que el intercambio de paquetes es superior a la conmutación de circuito.

3.2.14. Asterisk.

El programa de software Asterisk fue desarrollado por Mark Spencer, por entonces estudiante de ingeniería informática en la Universidad de Auburn, Alabama. Mark había creado en 1999 la empresa "Linux Support Services" con el objetivo de dar soporte a usuarios de GNU/Linux. Para ello necesitaba una central telefónica, pero ante la imposibilidad de adquirirla dados sus elevados precios, decidió construir una con un PC bajo Linux, utilizando lenguaje C. Posteriormente asterisk"Linux Support Services" se convertiría en el año 2001 en "Digium", redirigiendo sus objetivos al desarrollo y soporte de Asterisk es una central telefónica digital diseñada en Software libre que integra las funcionalidades de telefonía clásica con nuevas capacidades derivadas de su flexible y potente arquitectura.

Asterisk se creó, originalmente, para funcionar sobre el sistema operativo GNU/Linux. Asterisk es el mundo de código abierto más popular del proyecto de telefonía. En desarrollo desde 1999, Asterisk es un software gratuito de código abierto que convierte una computadora normal en una voz rica en características servidor de comunicaciones. Asterisk hace que sea sencillo para crear y desplegar una amplia gama de aplicaciones de telefonía y servicios.

Y actualmente puede funcionar en toda una variedad de sistemas como: OpenBSD, FreeBSD, MacOSX, Windows, Solaris, pero Linux sigue siendo el que más soporte presenta. Asterisk permite conectividad en tiempo real entre las redes PSTN y redes VoIP. Para poder utilizar teléfonos convencionales en un servidor Linux o para conectar la central a una línea de teléfono analógica se suele necesitar Hardware especial, como adaptadores analógicos de telefonía (ATA´s) o tarjetas de telefonía.

Por otra parte soporta y traduce distintos protocolos de señalización de VoIP como SIP, IAX2, MGCP o H.323. Al mezclar telefonía tradicional y servicios de VoIP, Asterisk permite construir arquitecturas de telefonía avanzadas y soluciones CTI (Computer Telephony Integration), y facilita la migración gradual de los sistemas existentes en las empresas a las nuevas tecnologías. Asterisk cuenta con un esquema de doble licencia, la licencia de Software libre GNU (*GNU General Public License, GPL*) y otra licencia propietaria para permitir código propietario como el del codec G.729. Gracias a la licencia GPL cuenta con una gran comunidad de programadores que han contribuido a añadirle multitud de características.

Ha sido aportado por los ingenieros de software de código abierto en todo el mundo. En la actualidad y tenía dos millones de usuarios, Asterisk soporta una amplia gama de protocolos de telefonía. Incluye alta compatibilidad con el manejo y transmisión de voz sobre interfaces de telefonía tradicional en particular las líneas analógicas, líneas RDSI-BRI y digital troncos T1/E1. Asterisk incluye asimismo ayuda para una amplia gama de protocolos de VoIP como SIP, IAX y H.323 entre otros. Son compatibles con EE.UU. y Europa los tipos estándar de señalización utilizada en los sistemas de teléfono de la empresa, lo que le permite tender un puente entre la voz de próxima generación, redes de datos integrados y la infraestructura existente. Asterisk es liberado como código abierto bajo la licencia GNU General Public License (GPL), y está disponible para su descarga gratuita. Asterisk® es la principal fuente abierta del proyecto de telefonía y de la comunidad Asterisk ha sido clasificado como un factor clave en el crecimiento de VoIP.

3.2.15. Internet

Según Tenenbaum., A. (2003 p.50) en el libro “Redes de Computadoras” señala que “Internet no es del todo una red, sino un inmenso conjunto de redes diferentes que usan ciertos protocolos comunes y proporcionan ciertos servicios comunes. Es un sistema poco común porque nadie lo planeó y nadie lo controla”. La comunicación normal IP está entre un emisor y un receptor. Sin embargo, para algunas aplicaciones es útil que un proceso pueda enviar simultáneamente a una gran cantidad de receptores, por ejemplo, actualización duplicada, bases de datos distribuida, transmisión de cotizaciones de acciones a corredores múltiples, y manejo de conferencia digital en llamada telefónica (es decir, entre muchas partes).

3.2.16. Redes de Datos

3.2.16.1. Modelo OSI

El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) lanzado en 1984, fue el modelo de red descriptivo creado por ISO. Proporcionó a los fabricantes un conjunto de estándares que aseguraron una mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red producidos por las empresas a nivel mundial.

Siguiendo el esquema de este modelo se crearon numerosos protocolos, como por ejemplo X.25, que durante muchos años ocuparon el centro de la escena de las comunicaciones informáticas. El advenimiento de protocolos más flexibles donde las capas no están tan demarcadas y la correspondencia con los niveles no era tan clara puso a este esquema en un segundo plano. Sin embargo sigue siendo muy usado en la enseñanza como una manera de mostrar como puede estructurarse una "pila" de protocolos comunicaciones (sin importar su poca correspondencia con la realidad).

El modelo en sí mismo no puede ser considerado una arquitectura, ya que no especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, sino que suele hablarse de modelo de referencia. Este modelo está dividido en siete capas.

3.2.17. Redes IP

3.2.17.1. Red Internet.

Hasta hace muy poco, el estado actual de la red, no permitía un uso profesional para el tráfico de voz. Hoy con nuevos equipos de alta tecnología, gran parte de la red puede ser usada para VoIP.

3.2.17.2. Red IP pública.

Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesante para el tráfico de voz.

3.2.18. Intranet

La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

3.2.19. Paquete de Centralita Software

Trixbox es una distribución de Linux, basada en la distribución CentOS, la cual se basa a su vez en Red Hat Enterprise e implementa una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk. Está diseñado para cubrir las necesidades telefónicas a empresas de 2 a 500 empleados.

Trixbox nació con el proyecto Asterisk@Home, y su objetivo era facilitar la configuración de sistemas Asterisk, que debido a su configuración mediante ficheros de texto, a veces, hacía su configuración y mantenimiento tediosos. El proyecto tuvo una gran acogida y enseguida se convirtió en un proyecto muy popular, y fue entonces, cuando en 2006, la empresa Fonality dedicada a las PBX por software decidió patrocinar y apoyar el proyecto. Las versiones comerciales de trixbox se venden a través de esta empresa.

Trixbox actualmente se distribuye en dos versiones Trixbox CE (Community Edition) que es la versión en código abierto, (y que es la que emplearemos en este informe) y la version Trixbox Pro que es la versión de pago.

Trixbox está basada en un mejorado LAAMP (un paquete de código abierto que contiene Linux®, Apache™, Asterisk®, MySQL®, and PHP). Su componente principal trixbox® dashboard proporciona una manera fácil de usar, y unos interfaces por Web para configurar, manejar y mantener un completo sistema de telefonía basado en IP. El paquete trixbox además incluye los siguientes paquetes de software:

- **Asterisk(tm):** PBX de Software Libre.
- **FreePBX:** herramienta web que facilita la configuración de las funcionalidades de Asterisk.
- **SugarCRM:** Popular programa de CRM (*Customer Relationship Management*), para la automatización de servicios a usuario y gestión de fuerza de ventas a clientes.
- **IVRGraph:** Aplicación Gráfica para la configuración de las IVR's.

- **PhpMyAdmin:** Herramienta basada en Web para la administración de BBDD MySQL.
- **Webmin:** Herramienta administrativa basada en Web para configurar múltiples aspectos de Sistemas Linux.
- **FreePBX:** Es una herramienta para la administración Web de Asterisk.
- **Web-MeetMe:** es una suite de páginas PHP para programar y manejar conferencias en una centralita Asterisk PBX.
- **ARI:** (Asterisk Recording Interface): Aplicación Web que permite gestionar los buzones de voz de los usuarios.
- **FOP:** (Flash Operator Panel): Es un panel de operador de usuario basado en macro media flash para el monitoreo de llamadas.

La versión actual (Septiembre '08) es la 2.4.1 y contiene las siguientes versiones en sus componentes principales:

- CentOS 5.1 kernel
- Asterisk 1.4
- FreePBX 2.3
- Web MeetMe 3

3.2.20. Calidad de servicio en VoIP.

3.2.20.1. Codificación de la voz.

La codificación de la voz en VoIP es muy importante ya que determina la ocupación del ancho de banda del canal de comunicación cuando se está en presencia de llamadas telefónicas sobre VoIP. El tipo de codificación incide directamente en el tamaño de los paquetes de voz.

Este proceso comprende la digitalización y la compresión de la voz. Puede ser realizada mediante tres técnicas principales: por codificación de forma de onda, codificación basada en modelos matemáticos sobre la producción de la voz o con modelos híbridos que combinan las dos anteriores. El codificador más utilizado en VoIP es el G.729, ya que es el que ocupa menos ancho de banda.

Codec	Velocidad (Kbps)	Segmento (Bits)	Segmento/s	Duración (ms)	Retardo (ms)
G.711 (PCM)	64	8	8000	0.125	0.125
G.721 (ADPCM)	32	4	8000	0.125	0.125
G.723 (ADPCM)	24 - 40	3 - 5	8000	.0125	0.125
G.726 (ADPCM)	16 - 40	2 - 5	8000	0.125	0.125
G.727 (ADPCM)	16 - 64	2 - 8	8000	0.125	0.125
G.729 (CS-ACELP)	8	80	100	10	15
G.728(LD-CELP)	16	10	1600	0.625	0.625
G.723.1	6.3	189	33.33	30	37.5
G723.1	5.3	159	33.33	30	37.5

Figura 5: Codificación de voz

Fuente: IUT G.729.

3.2.20.2. Variación del retardo o jitter:

Cuando las tramas son transmitidas a través de la red IP, el retardo que puede experimentar cada paquete es variable debido a que pueden seguir caminos distintos para llegar a su destino, además del encolamiento y el tiempo de procesamiento dependiendo de la carga que presente en ese momento la red.

La principal herramienta para combatir estas variaciones del retardo es almacenar los paquetes recibidos en un buffer lo suficientemente grande que permita a los paquetes que

experimenten el mayor retardo, arribar a tiempo para que sean alineados en la secuencia correcta.

Sin embargo, las tramas más grandes generan retardo adicional. Esto se minimiza utilizando buffer con la capacidad de adaptarse al tamaño de los paquetes. Si el jitter en la red crece, el buffer también crecerá en función del tamaño del jitter. Por ello se puede decir que el jitter desmejora a la red en función de la magnitud del retardo de extremo a extremo debido al buffer de destino.

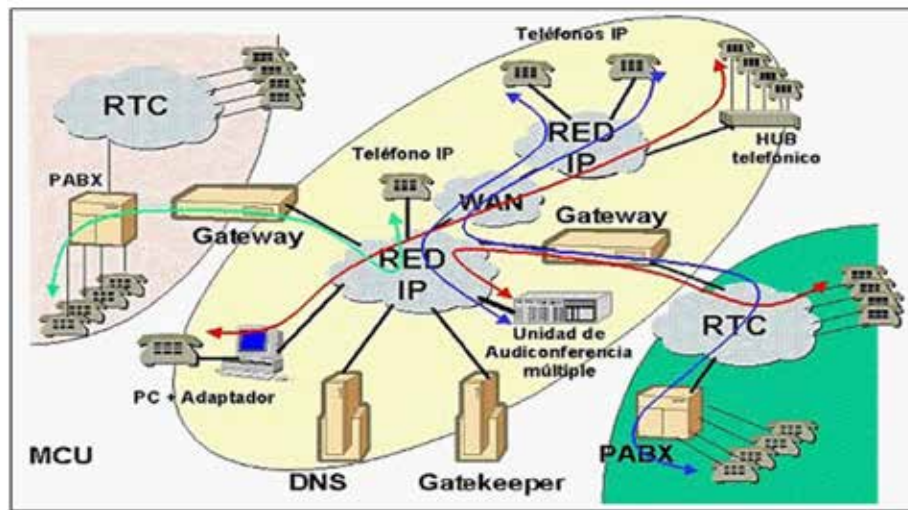


Figura 6: Componentes fundamentales en una red que soporte VOIP

Fuente: Manual CISCO VOIP

3.2.20.3. Ingeniería de tráfico.

“Ingeniería de tráfico es el proceso de organizar los flujos de tráfico de una red para prevenir que se produzca congestión debido al reparto desigual de la carga en la misma”. La aplicación de la ingeniería de tráfico en una red permite diseñar, planificar, dimensionar y supervisar una red de telecomunicaciones de acuerdo a la demanda de servicios, calidad de prestación y entornos regulatorios y comerciales. Entre las formas de aplicar la ingeniería de tráfico a una red están el encaminamiento, la gestión de los recursos disponibles orientada a la calidad de servicio, la gestión de las tablas de encaminamiento y la gestión de capacidad.

Entre las funciones de la ingeniería de tráfico esta la gestión de tráfico, cuya función es asegurar el funcionamiento óptimo de la red en cualquier condición, incluyendo fallas y variaciones de carga. También está la gestión de capacidad que se encarga de que la red este bien diseñada para cumplir con los principios de QoS a un costo mínimo.

La aplicación de la ingeniería de tráfico se basa principalmente en la observación del comportamiento del tráfico en la red. Las recomendaciones E.490 y E.492, pertenecientes a la serie T de la UIT establecen los tiempos de observación en función del tipo de red. La recomendación E.500 establece las condiciones de carga normal y de carga elevada para el tráfico en una red de datos y estas sirven de base para el dimensionamiento, monitoreo y prevención de errores y congestión en la red.

Las recomendaciones E.503 y E.504 de la UIT dan las recomendaciones para el análisis y la administración de los datos recogidos por la ingeniería de tráfico. Dependiendo de por cuánto tiempo se estudie el tráfico en una red, se podrá planificar y estudiar la operatividad de dicha red. Por ejemplo, si se están tomando del tráfico y se presenta una falla en la red, rápidamente se podría detectar y tratar de determinar sus causas. Ahora, si se quiere hacer una previsión del crecimiento del tráfico de una red, se deben tomar medidas por un tiempo no menor a 6 meses, para tener un aproximado del ritmo de crecimiento que presenta la red y así poder tomar previsiones hacia el futuro.

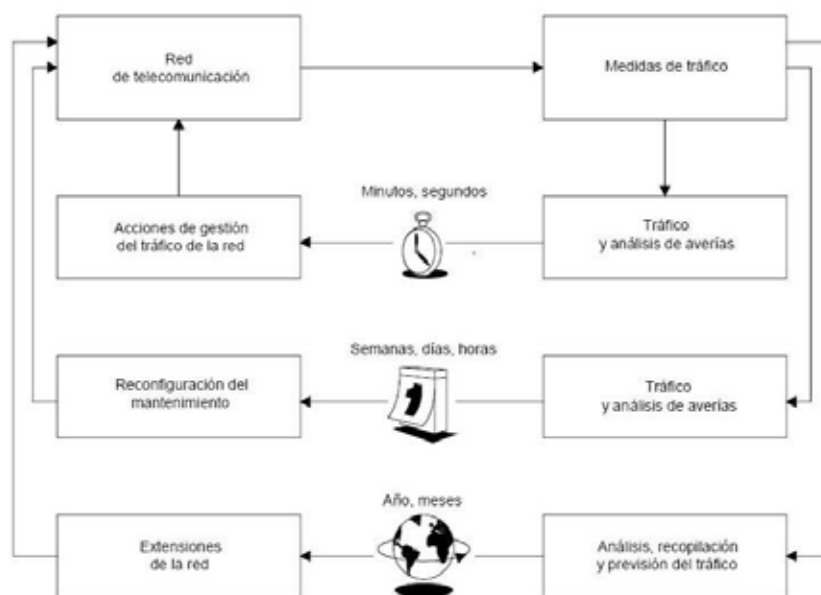


Figura 7: Utilización de las medidas de tráfico para la planificación y operación de una red de datos.

Fuente: UIT E.490.

3.2.20.4. Central Telefónica

En busca de obtener un enfoque acertado en cuanto al significado que tiene una central telefónica, se realizó una consulta una fuentes, dirigida a esclarecer este concepto, para el desarrollo del presente informe.

En relación con PBX o centrales telefónicas, Pascual y Berthilson (2004:42), define lo siguiente: “PBX (PrivateBranch Exchange) son las primeras letras del 53 término inglés Private (Automatic) Branch Exchange. En palabras simples, el uso más común de una PBX es compartir de una a varias líneas telefónicas con un grupo de usuarios”.

Asimismo, Una PBX (PrivateBranch Exchange) se instala entre las líneas telefónicas y los teléfonos (terminales de voz). La PBX (PrivateBranch Exchange) tiene la propiedad de ser capaz de redirigir las llamadas entrantes a uno o varios teléfonos. De una manera similar, una PBX (PrivateBranch Exchange) permite a un teléfono escoger una de las líneas telefónicas para realizar una llamada telefónica al exterior. De la misma forma que un

enrutador (router) en internet es responsable de dirigir los paquetes de un origen a su destino, una PBX (PrivateBranch Exchange) es responsable de dirigir llamadas telefónicas.

3.2.20.5. Jerarquía de Centrales Telefónicas

En este propósito Pascual y Berthilson en el año (2004:53) Los equipos de una central telefónica pública se llaman también nodo telefónicos. Estos nodos se encuentran jerarquizados. Los nodos de acceso, más próximos a los abonados, se comunican con nodos de jerarquía más alta (regionales, provinciales, entre otros.), que facilitan la interconexión con otros nodos del operador o de otros operadores de telefonía pública básica conmutada o de otros servicios de telecomunicación como ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital asimétrica)

3.3. Bases Legales

Según Córdova (2008:136), dice: que “las referencias legales que soportan el tema o problema de investigación, unas bases legales”. En esta fase de la investigación se hace referencia a todas las leyes y referencias legales que soportan el presente tema de estudio. Para ello, se consultaron las siguientes leyes: la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Gaceta Oficial N° 5.453 Extraordinaria del viernes 24 de marzo de 2000. Contempla en su TITULO III. De los derechos humanos y garantías, y de los deberes, Capítulo VI. De los derechos civiles. Artículo 110.

“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. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, es Estado destinara recursos suficientes y creara el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizara el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinara los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.”

Lo antes descrito en este artículo, deja claro que el Estado Venezolano fomentará el desarrollo de la ciencia y tecnología promoviendo el conocimiento en las distintas áreas de producción de la Nación; garantizando los principios legales en las acciones científica, humanística y profundizando el tema de independencia y soberanía tecnológica. Según lo establecido en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000).

Seguidamente de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, publicada en Gaceta Oficial N° 36.970, de la República Bolivariana de Venezuela, Caracas, lunes 12 de junio de 2000. En su TITULO I, Disposiciones General.

Artículo 4.

“Se entiende por 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. Los reglamentos que desarrollen esta Ley podrán reconocer de manera específica otros medios o modalidades que pudieran surgir en el ámbito de las telecomunicaciones y que se encuadren en los parámetros de esta Ley.”

Dicho artículo establece el objeto y finalidad del término “telecomunicaciones” para los efectos prácticos y de fácil comprensión; reconociendo de manera directa otras modalidades que pudieran desarrollarse en los nuevos avances tecnológico, delimitando entonces que el tema central de este proyecto se encuentra dentro de lo estipulado por la Ley.

Artículo 126.

“Se entiende por vías generales de telecomunicaciones los elementos que permiten emplazar los medios físicos necesarios para la prestación de servicios de telecomunicaciones, de conformidad con lo previsto en el reglamento respectivo. Toda persona que de manera exclusiva o predominante posea o controle una vía general de telecomunicación, deberá permitir el acceso o utilización de la misma por parte de los operadores de telecomunicaciones que se lo soliciten, cuando su sustitución no sea factible por razones físicas, jurídicas, económicas, técnicas, ambientales, de seguridad o de operación.

Todos los operadores tendrán el derecho de hacer uso de las vías generales de telecomunicación existentes, en la forma y modalidades que determine la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, en concordancia con esta Ley, y demás disposiciones legales aplicables. Según providencia administrativa de fecha 05 de abril del 2006, la comisión nacional de telecomunicaciones (CONATEL) define la agrupación de los equipos de uso libre, destacándose la agrupación de dichos equipos en 5 categorías.

El aumento del límite de PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva) actual de 1W (watt o vatio) a 4W (watt o vatios) para los sistemas de espectro ensanchado y 58 modulación digital que operen en las bandas de 2,4GHz (Gigahertz) y 5,8GHz (Gigahertz), la ampliación de operación de los sistemas RLAN (Red de Área Local Radioeléctrica) en la banda 5,150 - 5,350GHz (Gigahertz) de acuerdo a lo dispuesto en la resolución 229 de la UIT-R (Unión

Internacional de Telecomunicaciones Radioeléctricas), y la inclusión de la operación de dispositivos en la banda ciudadana 27MHz (Megahertz), entre otros aspectos”.

Cabe destacar que también mediante esta Providencia Administrativa se reforma el título del Acto Administrativo por medio del cual fueron dictadas las condiciones para la calificación de los equipos de uso libre. La Ley Orgánica de Telecomunicaciones consagra la obligación para todo aquel que posea o controle una vía General de Telecomunicaciones de permitir el acceso y la utilización de la misma.

También debe tomarse en cuenta como norma jurídica la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2007). En Gaceta Oficial N° 38.242:

Artículo 1.

“El presente Decreto-Ley tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de ciencia, tecnología e innovación, establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, organizar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, definir los lineamientos que orientarán las políticas y estrategias para la actividad científica, tecnológica y de innovación, con la implantación de mecanismos institucionales y operativos para la promoción, estímulo y fomento de la investigación científica, la apropiación social del conocimiento y la transferencia e innovación tecnológica, a fin de fomentar la capacidad para la generación, uso y circulación del conocimiento y de impulsar el desarrollo nacional”.

Se manifiesta, que este es un Decreto - Ley, cuyo objetivo es apoyar a toda persona o institución dedicada a la Investigación, Tecnología e Innovación como lo establece nuestra Carta Magna, para organizar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la

que se comentó y analizó en su artículo 98, y se insiste que se entiende al desarrollo del estímulo a la investigación científica, de manera que el objetivo es el desarrollo nacional.

Artículo 27:

“Las actividades consideradas como factibles de ser llevadas a cabo con los aportes a la ciencia, la tecnología, la innovación y sus aplicaciones. A los fines de la presente Ley, las siguientes actividades serán consideradas como factibles de ser llevadas a cabo con los aportes a la ciencia, la tecnología, la innovación y sus aplicaciones:

a. Proyectos de innovación relacionados con actividades que involucren la obtención de nuevos conocimientos o tecnologías en el país, con participación nacional en los derechos de propiedad intelectual, en las áreas prioritarias establecidas por la autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones:

b. Creación de redes productivas nacionales.

c. Utilización de nuevas tecnologías para incrementar la calidad de las unidades de producción.

d. Participación, investigación e innovación de las universidades y centros de investigación e innovación del país, en la introducción de nuevos procesos tecnológicos, esquemas organizativos, obtención de nuevos productos o de procedimientos, exploración de necesidades y, en general, procesos de innovación con miras a resolver problemas concretos de la población venezolana”

La Ley descrita anteriormente señala que las actividades factibles tendrán un carácter formativo e innovador que debe arrojar resultados que se traduzcan en beneficios tangibles para la población resolviendo sus problemas. Es decir, los propósitos de innovación relacionados con actividades que involucren la obtención de nuevos conocimientos o

tecnologías en el país, con participación nacional en los derechos de propiedad intelectual deben proyectar consecuencias favorables en satisfacer las necesidades planteada en la población venezolana.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación

Esta investigación se encuentra bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que propone soluciones prácticas al problema de comunicación telefónica en el SENIAT de Valencia. En este sentido, la UPEL (1998) define el proyecto factible como un estudio “que 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”(p.7). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener la institución. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en el medio. Situación a la que se dará respuesta realizando la implantación de una red de telefonía voz sobre IP. Se estudian las características y situación actual de la comunicación vía telefónica en la institución. A su vez se instala y configura la plataforma para lograr el correcto funcionamiento de la red VoIP. Con ello se corrigen los problemas actuales de comunicación entre las direcciones del SENIAT y se ahorra costos ya que se utilizara la red de Internet que posee la institución.

4.2. Diseño de la investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, definida por Arias (2006, p.31), expresa la investigación o diseño de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios)”.

Asimismo Silva (2008, p.20), señala que “la investigación de campo se realiza en el medio donde se desarrolla el problema, o el lugar donde se encuentra el objeto de estudio, el investigador recoge la información directamente de la realidad”.

Bajo estos parámetros, el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa los hechos en el proceso de comunicación, dentro del ámbito tecnológico en el servicio nacional integrado de Administración y Tributaria (SENIAT) Tributos Internos.

4.3. Nivel de la investigación

Así mismo, de acuerdo a su nivel, este proyecto es descriptivo, según Arias (2006) la investigación de tipo descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24). Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo ya que en este proyecto se detallan los requerimientos y elementos del proceso, para implantar la red de telefonía voz sobre IP en el servicio nacional integrado de Administración y Tributaria (SENIAT) y de ese modo establecer un comportamiento en un tiempo y espacio específico, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada. Así como también, se describe la configuración de los equipos y de la plataforma que se implementaran en el proceso para el correcto funcionamiento de dicha red de telefonía.

4.4. Fases de la investigación

Las fases metodológicas están destinadas a determinar los pasos y el procedimiento exacto que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el principio hasta la realización del proyecto. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

4.4.1. Fase I. Análisis de los principales aspectos de la telefonía VoIP

La investigación se inicia con la obtención de información relacionada al proyecto, utilizando para ello diversas fuentes bibliográficas, tales como libros, trabajos de grado anteriores y artículos de internet, entre otros.

Para iniciar, se estudia detalladamente la tecnología VoIP, abarcando temas como la definición de la misma, los diferentes protocolos que se ven involucrados en esta tecnología, los tipos de mensajes que usan estos protocolos y todos los demás elementos que son necesarios para establecer una comunicación a través de esta tecnología en el en el servicio nacional integrado de Administración y Tributaria (SENIAT) Tributos Internos.

De la misma manera, se realizó una inspección a través de los equipos operativos de datos de transferencia para verificar los sistemas y las capacidades de comunicación de los enlaces y conectores de las diferentes redes locales existentes en esta sede, es decir, para profundizar toda una red informativa y así procesar elementos de mayor calidad y velocidad en el mejoramiento de un servicios de adquisición para el desarrollo de la plataforma en los protocolos de internet.

Por último se analiza el procedimiento de instalación del software, las diferentes versiones que están disponibles, los beneficios que proporciona y toda la información relacionada con la configuración de este software.

4.4.2. Fase II. Determinación de los requerimientos necesarios de protocolos, equipos hardware y software para el montaje de la central telefónica.

Para el funcionamiento del *call center* será necesaria la selección de importantes parámetros al momento de la configuración del mismo, dentro de estos parámetros existen varios tipos de protocolos que se encargan de manejar la señalización necesaria para que pueda establecerse una comunicación en un sistema de Voz Sobre IP. Además de los protocolos tenemos la selección de los puertos y troncal por los cuales entrará y saldrán las llamadas del mismo tomando en cuenta parámetros como el *hardware* disponible y los protocolos que maneja el proveedor de servicios para una instalación.

4.4.3. Fase III. Estudio de la factibilidad económica y técnica de la telefonía VoIP.

En esta fase de la investigación, se desarrollará el análisis detallado para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

4.4.4. Fase IV. Instalación y configuración de cada uno de los elementos requeridos en la central telefónica con funcionabilidad básica de acuerdo a las necesidades de la institución.

Esta fase incluye las siguientes actividades:

Se instalará el *software* Vmware Server 1.0.7” la máquina virtual que, a su vez ejecutará el paquete “trixbox CE 2.6.1” y que a su vez ejecutará “Asterisk 1.4.1”, a través del cual se ejecutara las principales funciones de este proyecto, todo este paquete de *software* será descargado de manera gratuita de la página oficial. Además de esto se realizara la instalación de los teléfonos en las diversas direcciones y se realizara la configuración de cada elemento que forma parte de la central telefónica.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En el siguiente capítulo se explican detalladamente las fases descritas en el capítulo anterior, incluyendo todos los procesos de instalación y configuración del *software* necesario para la implementación del *call center*, la topología bajo la cual esta implementada la red y el dimensionamiento realizado, tomando en consideración los recursos disponibles y las necesidades de la institución.

5.1. Investigación

La primera etapa de este proyecto se basó en realizar una profunda investigación teórica, enfocada principalmente en el funcionamiento de la tecnología de VoIP. Para lograr esto fue necesario abarcar una serie de parámetros a través de los cuales es posible el funcionamiento de esta tecnología.

Así mismo, se determinó diferencias de herramientas y mecanismo de utilización de conectores y dispositivos en la telefonía VoIP la carencia de implementar recursos necesarios para hacer útil como elementos informático, dentro del ámbito tecnológico en el servicio nacional integrado de Administración y Tributaria (SENIAT) Tributos Internos.

De la misma manera, se realizó una inspección a través de los equipos operativos de datos de transferencia para verificar los sistemas y las capacidades de comunicación de los enlaces y conectores de las diferentes redes locales existentes en esta sede, es decir, para profundizar toda una red informativa y así procesar elementos de mayor calidad y velocidad en el mejoramiento de un servicios de adquisición para el desarrollo de la plataforma en los protocolos de internet.

Finalmente, el propósito de este estudio es determinar la factibilidad de este informe de investigación como un elemento de recurso requerido para la integración de la sede en el servicio de voz, datos y videos, logrando la mayor efectividad posible la satisfacción por

mantener un sistema de la red local útil y elemental en todo un conjunto de instrumentos operativos a los accesos de las nuevas herramientas tecnológicas mediante la telefonía VoIP.

5.2. Requerimientos necesarios de protocolos, equipos hardware y software para el montaje de la central telefónica.

5.2.1. Arquitectura Propuesta

En esta fase vamos a ver la arquitectura que vamos a implementar, así como a analizar los diferentes dispositivos que están involucrados en su funcionamiento y las características y funcionalidades que estos ofrecen. La arquitectura que vamos a crear contiene varios elementos. En estos elementos podemos ver que tendremos un Servidor corriendo el sistema operativo “Windows 2003 Server” que proporcionará mediante el software de virtualización “Vmware Server 1.0.7” la máquina virtual que, a su vez ejecutará el paquete “trixbox CE 2.6.1” y que a su vez ejecutará “Asterisk 1.4.1”.

Esta máquina virtual utilizará los protocolos IAX2, para comunicarse con los softphones de la Red Interna y Externa y el protocolo SIP para comunicarse con los teléfonos IP seleccionados, que concretamente serán el GrandStream BudgeTone 101 y el Linksys SPA 922. Además tendremos dos conexiones hacia la PSTN para poder llamar a cualquier teléfono conectado a esta Red, una conexión a través de un proveedor de servicios de Internet seleccionado, y otra a través del gateway Linksys SPA-3102 que nos permitirá conectarnos a una línea telefónica tradicional de nuestro operador local.

Además aprovecharemos el puerto FXS de este SPA-3102, para conectar un teléfono analógico normal como otra extensión más de nuestra infraestructura. Integrando con este aparato un teléfono no IP, como si lo fuera. También configuraremos una extensión externa a nuestra infraestructura a través de Internet mediante un Softphone utilizando IAX2 para dar servicio de movilidad e integración en nuestra infraestructura telefónica a ese usuario móvil.

En principio vamos a configurar una sola una extensión por tipo de dispositivo, es decir, una para el proveedor de servicios, una para la PSTN, una para los softphones IAX2, una para los softphones con SIP, una para el SPA-922, y una para el GrandStream 101, con estos podremos cubrir casi todas las variedades de protocolos y dispositivos que se pueden conectar, y para añadir más de un tipo en concreto, solo habría que configurar la nueva extensión/dispositivo de igual manera que la anterior, no teniendo más limitaciones en la adición que las propias de capacidad del servidor.

Una vez que tengamos toda esta infraestructura básica configurada, (creadas sus extensiones), que nos permitirá realizar llamadas entre las extensiones internas, configuraremos los trunks (troncales, que son canales de comunicación), para poder hacer llamadas a PSTN.

5.2.2. Teléfonos IP

Básicamente un teléfono IP suele ser un dispositivo hardware con forma de teléfono, aunque con la diferencia de que utiliza una conexión de red de datos, en lugar de una conexión de red telefónica. Por tanto, un teléfono IP básico tendrá al menos un interfaz de Red que soporte el protocolo IP y al menos un protocolo de VoIP. Pero los teléfonos IP, actuales pueden nos ofrecen muchas más funcionalidades.

Vamos a describir cual han sido los motivos por los que hemos seleccionado los teléfonos IP GrandStream BudgeTone 101 y el Linksys SPA-922.

El primero es un teléfono mucho más sencillo y su elección ha sido principalmente basada en su precio, aproximadamente unos 60 € Pero además de eso, consideramos que es un teléfono bastante completo para su bajo precio. Respecto a sus características más importantes, además de soportar el protocolo SIP:

- Es administrable por web
- Ofrece 8 teclas adicionales de funciones, y un indicador mensajes en buzón de voz
- Soporta los codecs más comunes, incluidos G729, G726, iLBC,....
- Tiene manos libres, con cancelación de eco.
- Personalización de tonos de llamada.
- Control Adaptativo del Jitter Buffer.

Respecto al Linksys SPA-922, este es un teléfono mucho más profesional, de gama superior al anterior y consecuentemente más caro, este teléfono además de cumplir todas las características del anterior, proporciona:

- Pantalla Gráfica de 128x64 pixel
- Componentes de mayor calidad
- PoE (Power over Ethernet), es decir, el teléfono puede ser alimentado por el propio cable de datos Ethernet.
- Dual Ethernet, para poder integrar más fácilmente en nuestra Red de datos existente al poder conectarlo entre el equipo del puesto de trabajo y su toma Ethernet.



Figura 8: Teléfono IP Linksys SPA-922

Fuente: Manual Teléfono IP Linksys



Figura 9: Teléfono IP GrandStream BudgeTone 101.

Fuente: Manual teléfono IP GrandStream BudgeTone

5.2.3. Softphones

Un Softphone (en inglés combinación de Software y de Telephone) es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones, a otros teléfonos convencionales o a teléfonos IP. Normalmente, un Softphone es parte de un entorno Voz sobre IP ya que su instalación se limita a instalar un programa en nuestro equipo, existiendo muchos softphones para cualquiera de los sistemas operativos más populares.

Los softphones usualmente contienen todas las funcionalidades que tienen los teléfonos IP, algunas mejoradas, como por ejemplo, agendas telefónicas al no tener las limitaciones en cuanto a memoria, que puede tener un dispositivo. Los softphones necesitan de hardware adicional para poder funcionar en un PC, ya que al menos necesitan un micrófono y un altavoz, aunque en algunos equipos portátiles ya se encuentran integrados. Algunos softphones soportan conectar un teléfono USB de bajo costo.

Algunos de los Softphones más populares son - eyeBeam de CounterPath (anteriormente Xten), Xphone, Zoiper, y SJphone. De entre los anteriormente nombrados, hemos seleccionado, para su uso, el softphone Zoiper Free, por tres razones principales:

- Es gratuito, se distribuye bajo licencia Freeware.
- Soporta los protocolos IAX2 y SIP.
- Esta principalmente desarrollado para entornos Windows.
- Soporta todas las funcionalidades básicas que necesitamos.

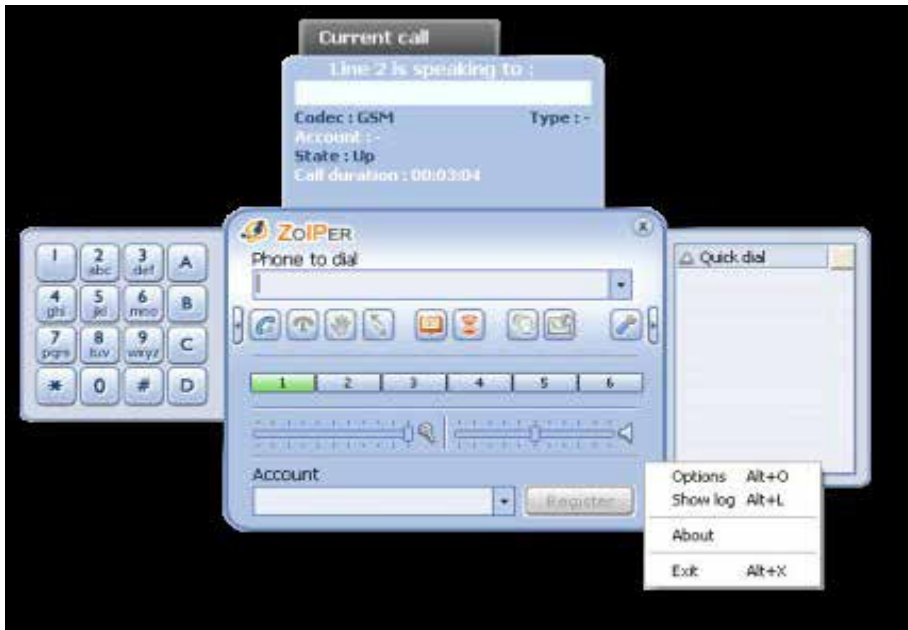


Figura 10: Zoiper Softphone.

Fuente: Anuel (2019)

5.2.4. Gateways FXO-FXS

Un gateway es dispositivo que traduce un protocolo a otro, en una red traduce paquetes desde un protocolo a otro. En nuestro caso, lo que nos va a permitir es comunicar dos redes, la red de VoIP y la red telefónica conmutada o PSTN.

Por tanto este gateway nos va permitir la comunicación en ambos sentidos, nos permitirá recibir llamadas desde la PSTN, y realizarlas hacia la PSTN, para ello el Gateway necesitará al menos un puerto FXO, para conectar a la PSTN, y un puerto Ethernet para conectar a nuestra Red IP.

Estos gateways existen en dos formatos principalmente: como tarjetas para ser instaladas en un PC, o como dispositivos independientes. Digium, entre otras, vende y proporciona una gran variedad de estas tarjetas incluyendo desde tarjetas de un solo puerto, hasta primarios,

tanto en digital como en analógico. También existen diversos fabricantes que venden los gateways como dispositivos independientes con diferente número de puertos.

La primera decisión gira en torno a seleccionar un dispositivo interno o independiente, se ha optado a seleccionar un dispositivo independiente, por las siguientes razones:

- Se ha preferido seleccionar un dispositivo independiente en vez de una tarjeta porque uno de los objetivos de este proyecto era hacer fácilmente portable el sistema. Un dispositivo independiente puede ser fácilmente cambiado de ubicación, ya solo habría que volver a conectarlo, mientras que una tarjeta, requiere de una instalación física y una posterior instalación de sus drivers.
- Otro motivo es que limitamos la instalación a unas veinte extensiones, y para este volumen no necesitamos muchas líneas de acceso a la red PSTN, ya que si así fuera, se ofrecen tarjetas que soportan muchos más puertos, además de una gama amplia.
- Por último el coste de las tarjetas es bastante superior que el de los dispositivos internos.

En este caso el dispositivos seleccionado es el Linksys SPA-3102, que además de lo anterior nos proporciona un puerto FXS, que nos permitirá, además de las funciones anteriores tener también una extensión más aprovechando un teléfono analógico, o incluso conectar un fax. Los motivos por los cuales se ha seleccionado este dispositivo de entre los existentes en el mercado, que aunque numerosos, no existe la variedad que en Teléfonos IP, es por los siguientes motivos:

- Linksys es una marca de reconocido prestigio, y fue una de las precursoras de la VoIP, ya que este dispositivo es una versión mejorada de los antiguos Sipura (que como ya comentamos fue adquirida por Linksys). Por tanto, este modelo es un modelo que ha existido mucho tiempo en el mercado y ha sido revisado y mejorado. También

comentamos que uno de los principales productores de eco, son los gateways, por lo que es muy importante que este dispositivo sea de calidad para obtener una buena calidad de sonido.

- Existe mucha documentación en Internet, sobre este dispositivo, lo que facilita su instalación y configuración.



Figura 11: Linksys SPA-3102

Fuente: Anuel (2019)

5.2.5. Virtualización

Ya comentamos en la fase anterior las características y ventajas de utilizar software de virtualización. Dentro de estos, los más populares son Xen, VMware, Virtual Pc, o Parallels. De entre estos se ha seleccionado VMware, y más concretamente el VMware Server en su versión la 1.0.7. Los motivos de esta selección son los siguientes:

- Se distribuye bajo licencia freeware.
- Es uno de los más populares y existe numerosa documentación.
- Trixbox ha ofrecido versiones empaquetadas y adaptadas para él.
- Permite gran flexibilidad para la creación de máquinas virtuales.

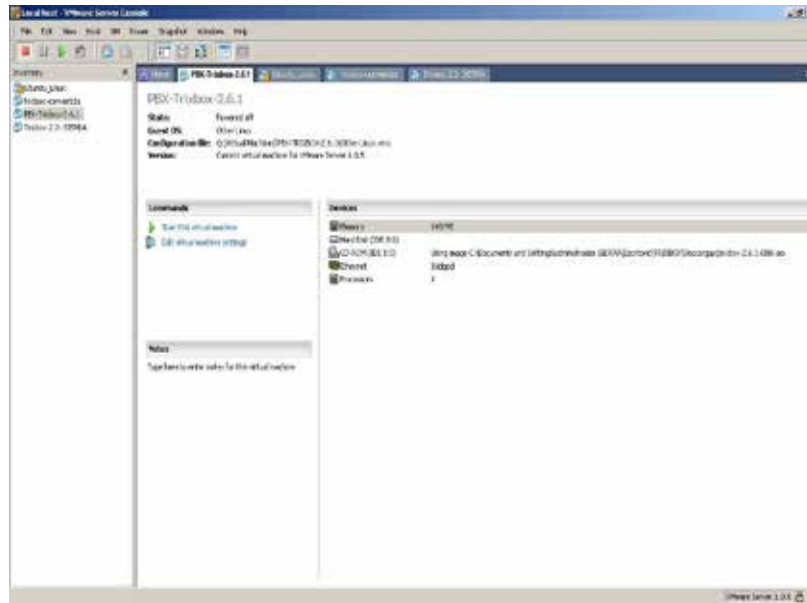


Figura 12: Pantalla principal de VMware Server.

Fuente: Anuel (2019)

5.2.6. Selección de Códec.

Las conversaciones VoIP manejan el concepto de códec para comprimir la voz y así lograr un uso más eficiente del ancho de banda. Para efectos del presente trabajo se comparó el desempeño de los códecs G.711 y GSM. El cálculo del ancho de banda requerido se realizó de la siguiente manera:

Para GSM:

- Tamaño de la carga útil GSM (Cu) = 264 bits = 33 Bytes
- Paquetes por segundo = 50
- Tamaño de la cabecera IP = 20 Bytes
- Tamaño de la cabecera UDP = 8 Bytes

- Tamaño de la cabecera RTP = 12 Bytes
- Tamaño de la cabecera Ethernet = 26 Bytes

$$T_{VoIP} = 33_{Cu} + 20_{IP} + 8_{UDP} + 12_{RTP} + 38_{Eth} = 111 \text{ Bytes}$$

$$BW_{conv} = 111 \text{ Bytes} \times 50_{pps} \times 8_{bits} = 44,4 \text{ Kbps}$$

$$BW_{LAN} = 44,4 \text{ Kbps} \times 2_{duplex} \times 8_{agentes} = 710,4 \text{ Mbps}$$

Para G.711

En este caso el único parámetro que cambia es el tamaño de la carga útil de la trama G.711, por lo tanto, se toman los mismos valores del caso anterior.

- Tamaño de la carga útil G.711 (Cu) = 1280 bits = 160 Bytes

$$T_{VoIP} = (160_{Cu} + 20_{IP} + 8_{UDP} + 12_{RTP} + 38_{Eth}) \text{ Bytes} = 238 \text{ Bytes}$$

$$BW_{conv} = 238 \text{ Bytes} \times 50_{pps} \times 8_{bits} = 95,2 \text{ Kbps}$$

$$BW_{LAN} = 95,2 \text{ Kbps} \times 2_{fullduplex} \times 8_{agentes} = 1,523 \text{ Mbps}$$

Una vez realizado este cálculo se eligió el códec G.711 como el más adecuado para utilizar en el call center ya que, a pesar de que GSM es 46,6% más eficiente en el uso de ancho de banda, maneja la misma cantidad de paquetes por segundo que G.711, ocasionando que la carga en el hub sea igual en ambos casos. También la utilización de GSM haría necesario un proceso de transcoding (transcodificación) en la PBX debido a que los canales del E1 utilizan PCM para su codificación, puesto que GSM se vale de LPC-RPE (Linear Prediction Coding with Regular Pulse Excitation – Codificación por Predicción Lineal con Excitación Regular de Pulsos), que es un complicado algoritmo de compresión, lo cual causaría una carga adicional en el procesador de la central.

En cambio, G.711 utiliza el esquema PCM, lo que hace que se elimine el proceso de transcodificación. Además de esto, GSM no prima de calidad sino de cantidad ya que el flujo de datos en una conexión Full-Rate es de solo 13kbit/s. Sin embargo es un buen método para ahorrar ancho de banda y puede recomendarse para un proyecto a futuro.

5.2.7. Switches

Aunque en principio partimos de la infraestructura que exista en la empresa, y estos dispositivos se salgan un poco de nuestro entorno, es conviene comentar varias cosas sobre estos dispositivos, ya que si podemos configurarlos o poner los más convenientes esto va permitir un mejor funcionamiento a nuestra red.

Las funcionalidades que más nos interesan de estos dispositivos son tres:

- **VLAN's:** (Virtual LAN) Es muy interesante poder separar el tráfico de datos del de voz, ya que con ello podríamos conseguir mejorar factores como la latencia y el jitter que ya hemos comentado. Aunque los GrandStream no soportan esta funcionalidad los SPA-922 y el SPA-3102 si lo soportan.
- **QoS:** (Quality of Service) Esta es la característica más interesante de todas ya que asegurar la prioridad de nuestros datos de VoIP, mejora al igual que el mecanismo anterior problemas de jitter y latencia. Sobre todo en las conexiones a Internet que donde más limitado está el ancho de banda el QoS, puede proporcionarnos un mejor servicio.
- **PoE:** (Power over Ethernet) Aunque esto no es una mejora en cuanto a rendimiento si es una mejora en cuanto a facilidad de mantenimiento, instalación y comodidad, ya que con un único cable alimentamos, el teléfono y

le proporcionamos conectividad, además de que centralizamos la alimentación de los teléfonos.

5.2.8. Dimensionamiento del *call center*

El dimensionamiento de un *call center* es un proceso que realizan las empresas con el fin de prever la demanda en diferentes horarios, más que todo en las horas de mayor tráfico, para que así se puedan administrar los recursos disponibles de la mejor manera posible y brindarles una mejor calidad de servicios a los usuarios que llaman.

Para el dimensionamiento del *call center* realizado en el presente proyecto se utilizó el modelo de Erlang C, el cual se basa en la teoría de colas. Con la implementación de este modelo se calculó principalmente la probabilidad de espera que tendrán los usuarios que llamen a este *call center*.

Los datos utilizados para los cálculos relacionados al modelo de Erlang C fueron los siguientes.

Número de llamadas por hora (CpH)	80 llamadas
Duración del periodo (Dp)	1 hora (3600seg)
Promedio de duración de la llamadas (Ts)	3 min (180seg)
Número de Agentes (M)	8 agentes
Tiempo fijado de respuesta (t)	10 segundos

Cuadro 1. Datos del call center.

Fuente: Anuel (2019)

5.2.9 Tasa Promedio de Llamadas entrantes:

Este parámetro es denotado con la letra

5.2.11. Ocupación de los Agentes:

$$\rho = \frac{U}{M}$$
$$\rho = \frac{4}{8} \times 100 = 50\%$$

La ocupación de los agentes es un parámetro que siempre debe estar entre 0 y 1, en caso de que resulte un valor mayor de 1 los agentes van a estar sobrecargados y los cálculos del modelo de Erlang C no serían significativos.

5.2.12. Formula de Erlang C:

Con todos los parámetros calculados anteriormente fue posible la implementación de la fórmula de Erlang C.

$$Ec(M, U) = \frac{\frac{U^M}{M!}}{\frac{U^M}{M!} + (1 - \rho) \times \sum_{k=0}^{M-1} \frac{U^k}{k!}} = 10,346 \times 10^{-9}$$

5.2.13. Probabilidad de Espera:

Luego de haber calculado el valor del Erlang C, fue sumamente fácil el cálculo de la probabilidad de espera que tendrán los usuarios que llamen al *call center*. Este parámetro es conocido también como ASA por sus siglas en inglés “*Average Speed of Answer*”, es decir la velocidad promedio de respuesta.

$$ASA = \frac{Ec(M, U) \times Ts}{M \times (1 - \rho)} = 0,1164\mu s$$

5.2.14. Nivel de servicio:

Generalmente se establece arbitrariamente un tiempo mínimo de espera, el cual los usuarios no deberían superar antes de ser atendidos. Luego se calcula la probabilidad de que las llamadas no superen este tiempo para ser atendidos.

$$W(t) = Prob(\text{tiempo de espera} < t)$$

$$W(t) = 1 - E(U, M) \cdot e^{-(M-U)\frac{t}{Ts}} = 0,999$$

Esto significa que en el 99.9% de los casos se logrará un tiempo de espera menor a 10 segundos.

5.3. Estudio de la factibilidad económica y técnica de la telefonía VoIP.

Una de las razones para implantar telefonía IP en las instalaciones del SENIAT de Valencia, son los altos costos por servicios de telefonía pagados mensualmente a los principales proveedores de servicio del país. Actualmente, los costos por llamadas nacionales y celulares han ido aumentando progresivamente; por lo tanto, se hace indispensable tomar medidas al respecto. Una manera es administrando las extensiones de los usuarios para controlar tanto las llamadas a celulares como las nacionales.

Es importante reconocer, que el ahorro y beneficios obtenidos con la implantación de esta tecnología justificarían realizar la inversión en el proyecto de Telefonía IP. Por razones de confidencialidad con la institución y las empresas que presentaron las propuestas y proveedores de Intranet, no es posible especificar los montos ofertados por cada una de ellas; sin embargo, para iniciar el proceso de adquisición de los equipos y componentes asociados, se realizó una primera proyección a partir de los presupuestos solicitados a algunos proveedores.

Cuando realiza un estudio de factibilidad técnica para decidir la implantación de Telefonía IP, es indispensable definir los criterios y requisitos necesarios para garantizar el éxito del proyecto.

Este estudio de factibilidad partió de un análisis a profundidad de la infraestructura ya existente, para de esta manera, conocer el diagnóstico de la red y determinar la factibilidad de la implantación de esta tecnología sobre las actuales comunicaciones de datos.

5.4. Configuraciones realizadas.

5.4.1. Configuración de la Plataforma

Para comenzar nuestra instalación vamos a empezar instalando el software de virtualización seleccionado VMware Server, cuya versión actual es la 1.0.7 y que se puede descargar desde <http://www.vmware.com/download/server/>, aunque la descarga es gratuita, si es necesario registrarse para obtener un número de serie.

La instalación se realiza como la de cualquier otro programa de Windows y una vez instalado y reiniciada nuestra máquina, podremos ejecutar la consola local para su manejo. También es posible utilizar una consola remota para controlar VMware. Primero creamos la máquina virtual que va a ejecutar nuestra PBX. En principio la configuración básica que vamos a crear es:

- 512 Mb de RAM.
- Disco Duro IDE: De 10 Gb.
- Un CD-ROM para cargar la imagen .iso de trixbox, previamente descargada.
- Una tarjeta de Red

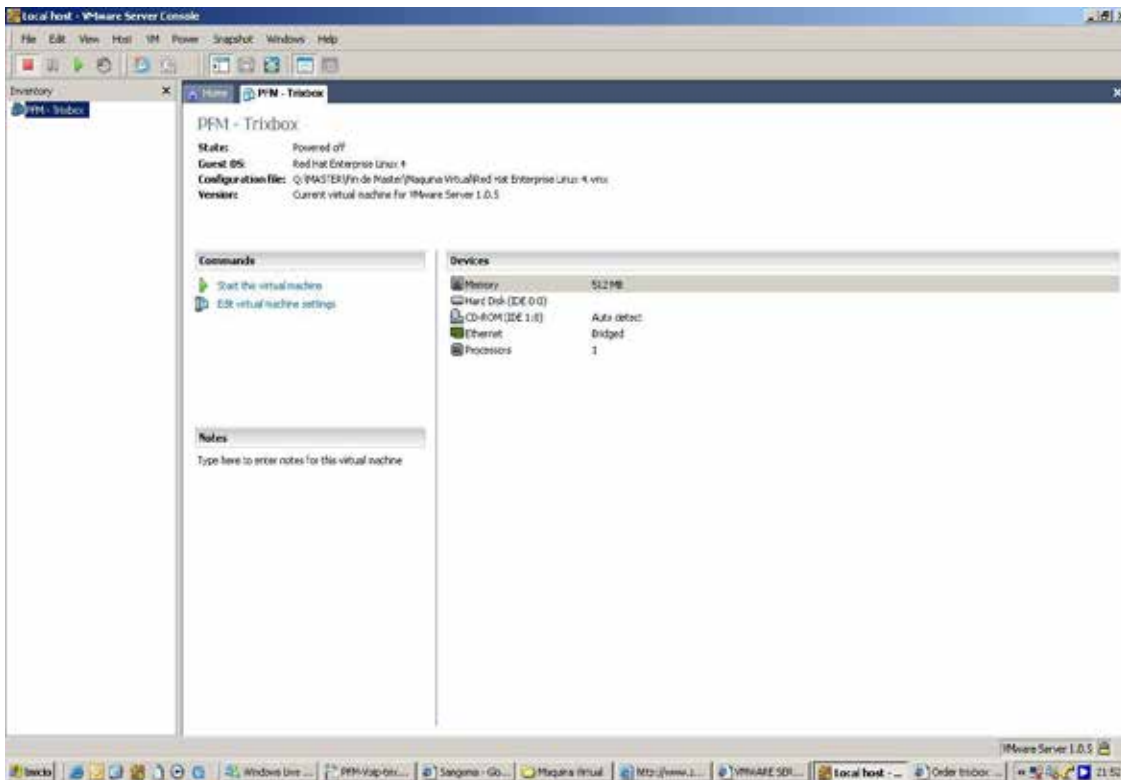


Figura 13: Pantalla Principal de VMware.

Fuente: Anuel (2019).

Para ello iremos al menú File/New/Virtual Machine, y ahí mediante el asistente crearemos la máquina virtual, seleccionaremos “*Custom*”. Como “Guest” seleccionaremos Linux y dentro de este “*Red Hat Linux Enterprise 4*”, seleccionaremos libremente las dos siguientes opciones, después en las opciones de startup/shutdown, debemos seleccionar “*Local System Account*”, y seleccionaremos que la maquina virtual encienda cuando se encienda el host y se apague cuando lo haga este, a continuación seleccionaremos un procesador y 512 Mb de memoria, después elegiremos “*Use Bridge Networking*”, y crearemos un nuevo disco virtual IDE seleccionando un tamaño de 10 Gb, si consideramos que vamos a necesitar más podemos seleccionar una cantidad mayor libremente, y después de dar nombre al disco finalizaremos la creación de la máquina virtual.

Continuaremos con los siguientes ajustes antes de comenzar con la instalación de trixbox. Primero vamos a cargar el .iso de trixbox que previamente hemos descargado de <http://www.trixbox.org/downloads> pulsaremos entonces en “Edit Virtual Machine Settings”, haremos click en CD-ROM y seleccionaremos “Use ISO image”, y pinchando en “Browse...” localizaremos donde se encuentra descargada nuestra imagen, tal y como se muestra en la captura adjunta.

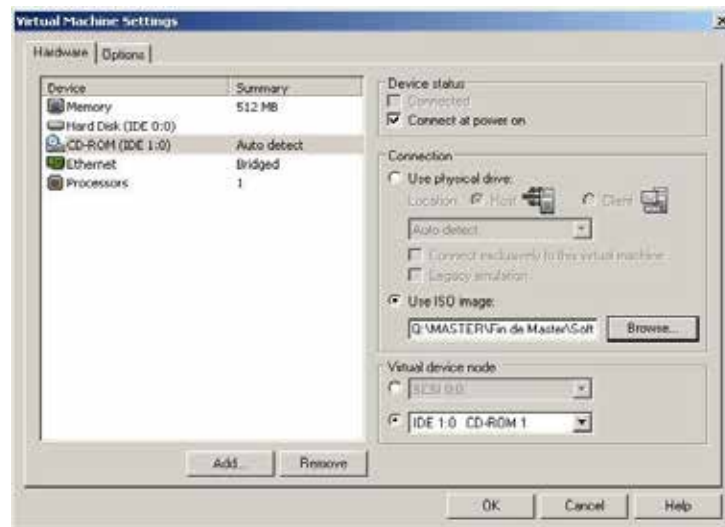


Figura 14: Ajustes de la Máquina Virtual.

Fuente: Anuel (2019).

Dependiendo del número de tarjetas de red físicas del servidor y de la configuración queramos emplear, podemos ajustar la configuración de la máquina virtual, para dar acceso exclusivo a la máquina virtual a una tarjeta de red física.

Para ello iremos a “Host/Virtual Network Setting...” y en “Host Virtual Network Mapping...” seleccionaremos la tarjeta de Red que queramos emplear en “Vmnet0”. Con este paso habremos terminado la configuración de la máquina virtual y ya podemos ejecutarla haciendo click en “Start this Virtual Machine”.

5.4.2. Configuración de una Centralita por Software

Cuando arranca el sistema, se nos muestra la pantalla de instalación, pulsamos intro para continuar y seleccionamos el idioma. Después la zona de tiempo, y a continuación establecemos la contraseña de superusuario en este caso establecemos como contraseña “trixbox”. Después comienza la copia de archivos, para la instalación.



Figura 15: Instalación. Selección de Idioma.

Fuente: Anuel (2019).

Una vez terminada el sistema reinicia, en este momento, debemos desconectar el cdrom de la máquina virtual para que esta arranque desde el disco duro local. Este primer arranque será más largo al tener que configurarse muchos aspectos de nuestro sistema.

Una vez que ha arrancado el sistema, iniciamos sesión con el usuario root y la contraseña que establecimos en la instalación. Una vez iniciada la sesión se nos muestra la IP actual, y se nos ofrece el prompt, comenzaremos configurando una IP fija para nuestro sistema, que nos permitirá acceder a los servicios que nos ofrece el servidor, y así después también podremos configurar nuestra centralita a través del interfaz Web que esta nos ofrece.

Para ello ejecutamos el comando “netconfig”, establecemos la IP 192.168.0.100, la puerta de enlace y el DNS y hacemos un “reboot” del sistema.

Una vez reiniciado y que tenemos conexión a Internet procederemos a actualizar el sistema operativo a la última versión de sus componentes mediante el comando “yum –y update”. Este proceso dependiendo de nuestro acceso a Internet, tardará un tiempo considerable.

A continuación ejecutaremos el comando “setup-samba”, para activar el servidor samba, que nos será muy útil para acceder a las carpetas de trixbox desde Windows.

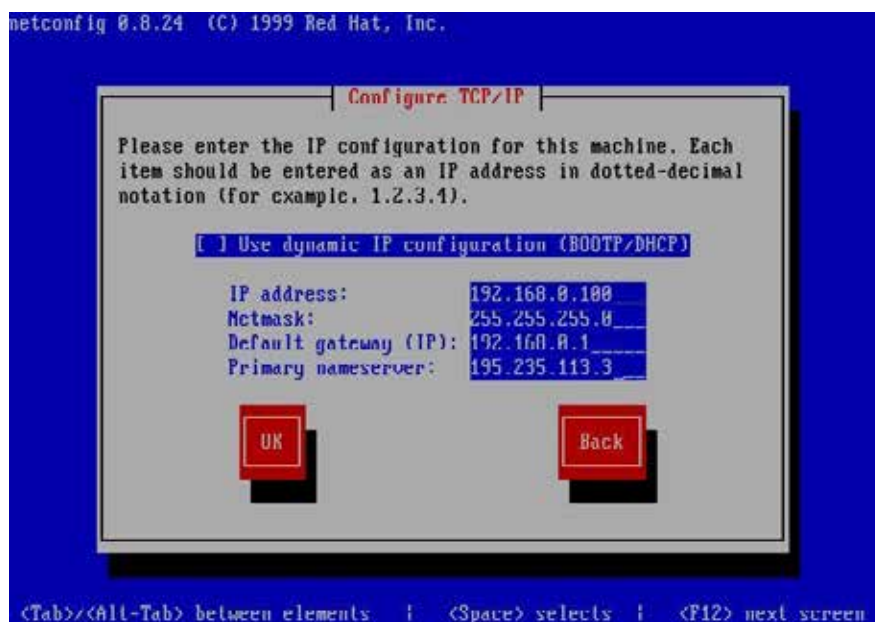


Figura 16: Configuración de Red con Netconfig.

Fuente: Sandoval (2013).

Con esto hemos terminado la instalación básica de nuestro trixbox, a partir de este punto podemos pasar a configurar nuestro sistema desde el interfaz web.

5.4.3. Configuración de Extensiones y Troncales

En este apartado vamos a usar el entorno que nos proporciona trixbox, para dar de alta extensiones que hemos definido en el esquema de nuestro proyecto, así como los troncales que necesitamos.

Empezamos abriendo el interfaz Web de trixbox, escribiendo en un navegador la IP antes definida, entonces se nos muestra la pantalla principal desde donde los usuarios pueden acceder a los buzones de voz (Portal), a las conferencias (Meetme), y al panel de operador (FOP). Nosotros cambiaremos al modo administrador para poder realizar las configuraciones, para ello, haremos click en la parte superior derecha en “switch” y escribiremos como usuario “maint” y como contraseña “password”. Sería conveniente por motivos de seguridad cambiar esta clave por defecto, para ello desde la consola del sistema escribiremos el comando “passwd-maint”, y establecemos la nueva contraseña, en nuestro caso “proyecto”.

Con esto accedemos a la Web de configuración en modo administrador, de entre las posibles opciones seleccionaremos PBX, y dentro de PBX, “PBX Settings” que nos ejecutara la aplicación Web FreePBX, para la configuración de Asterisk.

Primero vamos a crear las diferentes extensiones, pinchamos para ello en el menú de la izquierda en “Extensions”, y después seleccionamos “Generic SIP Device” y haremos click en el botón “submit”.

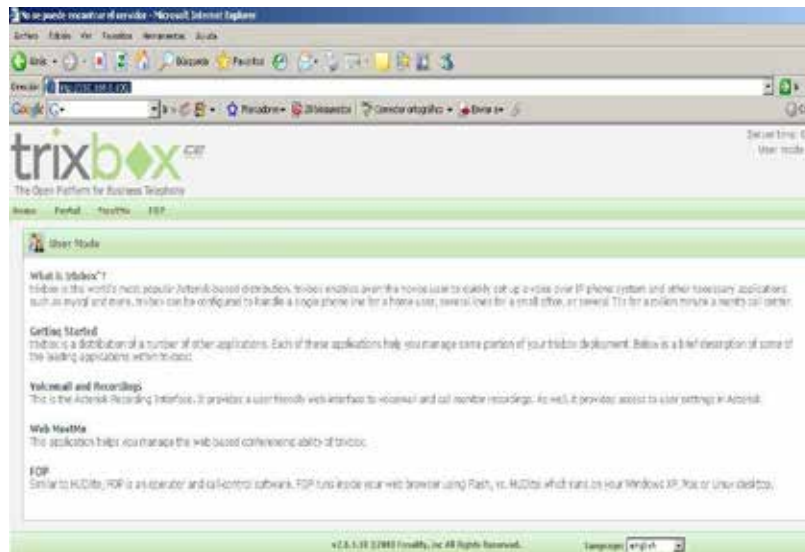


Figura 17: Pantalla Principal trixbox.

Fuente: Anuel (2019).

Para crear la primera extensión que será la 201, (pues los números de extensión menores están reservados en asterisk para otras funciones), solo vamos a rellenar los siguientes valores de su ficha:

- **User Extension:** 201
- **Display Name:** 201-SPA-922-SIP
- **Secret:** 201
- **Voicemail Status:** enabled
- **Voicemail Password:** 201

Después creamos de igual manera las extensiones SIP 202, 205, 206, y 250 y creamos también las extensiones para IAX2, pero seleccionando ahora “Generic IAX2 Device” y creando las extensiones 203 y 204.

En la siguiente captura podemos observar cómo se han creado las extensiones, si necesitáramos modificar alguna podríamos pinchar en su nombre para acceder a su ficha.

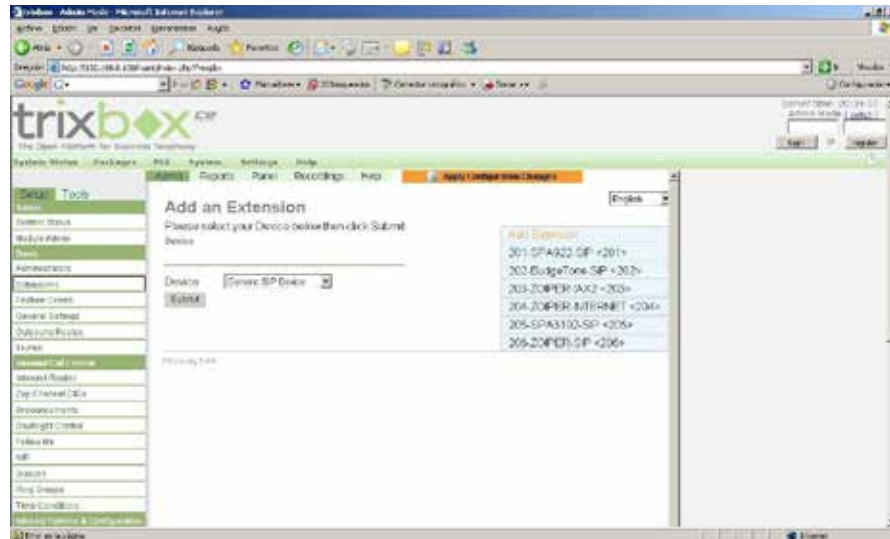


Figura 18: Añadir extensión.

Fuente: Anuel (2019).

Es muy importante, que una vez finalizada la creación de las extensiones, hagamos click en la barra naranja que aparece en la parte superior “Apply Configuration Changes”, para grabar definitivamente los cambios realizados.

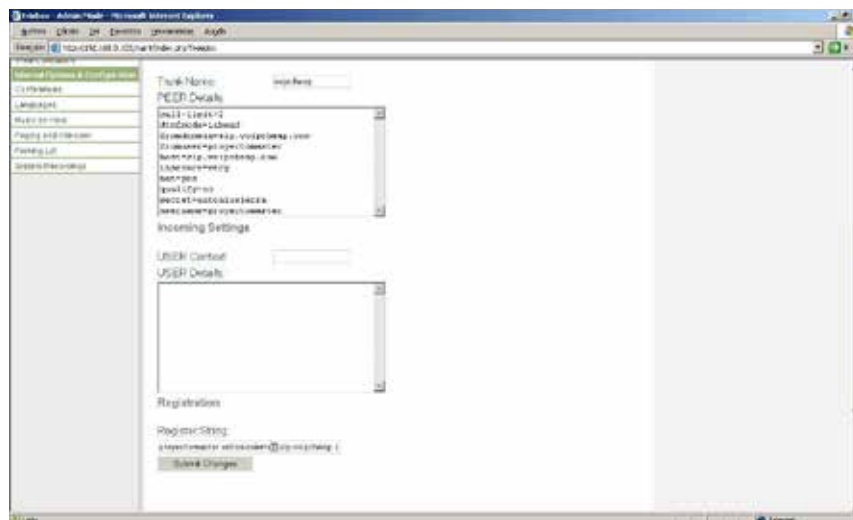


Figura 19: Creación de un troncal.

Fuente: Anuel (2019).

Ahora vamos a crear los dos troncales necesarios, uno para crear un canal con voipcheap y otro para crear un canal con el SPA-3102. Para ello vamos a “Trunks” y pinchamos dentro de este en “Add SIP Trunk”. En el primero debemos dejar la configuración de la captura de la página anterior, antes de esta configuración debemos haber realizado el registro de una cuenta en voipcheap. En nuestro caso hemos registrado la cuenta “proyectomaster”.

Los campos que no aparecen en la captura de pantalla se dejaron por defecto, se han especificado algunos parámetros además para ajustar su comportamiento como:

- **call-limit:** el número máximo de llamadas, que está limitado a dos.
- **nat:** puesto que el otro extremo va a atravesar un router para salir a Internet.
- **dmtfmode:** inband, usaremos este protocolo
- **insecury:** very, indica que se permite llamar sin tener que reautenticarse.
- **qualify:** no, indica que no es necesario reenviar información de sesión.
- **host:** indica con quien se va a crear el canal.

Para la configuración del SPA-3102 creamos una troncal con la configuración de la captura de pantalla siguiente, esta troncal estará asociada a la extensión 250, que a su vez estará asociada a la línea PSTN, de nuestro SPA-3102, y hará de puente entre la PSTN y la VoIP.

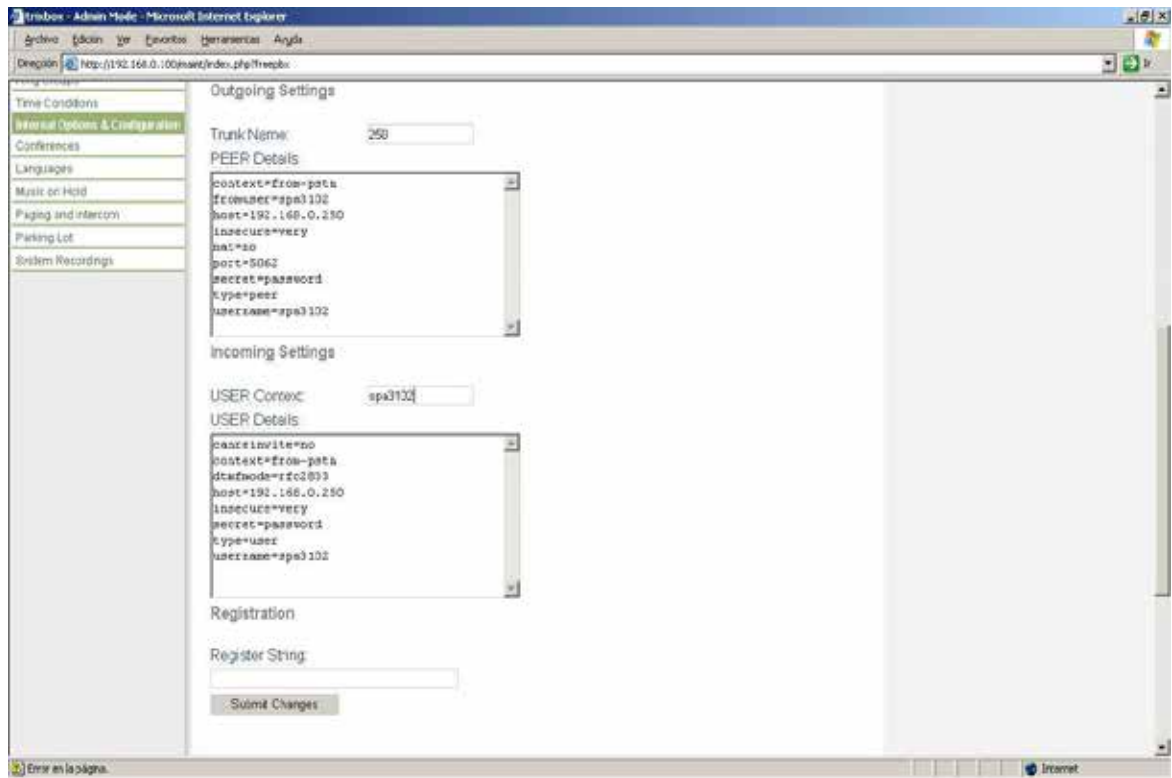


Figura 20: Configuración Troncal SPA-3102.

Fuente: Anuel (2019).

Una vez creados las extensiones y troncales vamos a configurar los teléfonos, softphones, y el SPA-3102 para que se registren en el servidor y poder ya realizar llamadas.

5.4.4. Configuración de los SPA-922

Si no tenemos un servidor DHCP, en nuestra red deberemos establecer manualmente la IP de teléfono para a partir de ese momento configurar las demás opciones a través del interfaz Web integrado en el teléfono. Para configurar una IP fija, en el teléfono pinchamos en el botón de “Menú”, vamos a la opción 9 (Red) y dentro de esta pulsamos 1, después pulsamos el botón “edit”, después pulsamos en “Option” hasta que aparezca “Static IP Display” y entonces pulsamos “OK”, Cambiamos las opciones con los cursores hasta que

aparezca “Non-DHCP IP Address”, pulsamos “Edit” y escribimos mediante el teclado, su IP, que para la extensión 201 será la IP 192.168.0.201.

Una vez hemos asignado una IP a nuestro teléfono, accedemos mediante el navegador Web a su página de configuración. En la página principal del teléfono se nos ofrece información de estado del teléfono, pero para configurar la extensión creada debemos hacer click en la esquina superior derecha, para cambiar a modo administrador (Admin Login) y a modo avanzado (Advanced), una vez en este modo pincharemos en la pestaña “Ext 1”, y configuraremos los siguientes campos marcados en rojo.

5.4.5. Establecimiento de llamadas entre la PSTN y la Red VoIP.

Luego se procedió a realizar pruebas de llamadas desde números fijos de CANTV y desde celulares, hacia extensiones creadas previamente. Esto se hizo con el motivo de verificar que la conexión entre la red PSTN y la red VoIP creada en el proyecto estuviese funcionando de manera correcta.

A continuación se muestra una imagen en la que se puede observar el establecimiento de llamadas entre las dos redes mencionadas anteriormente.

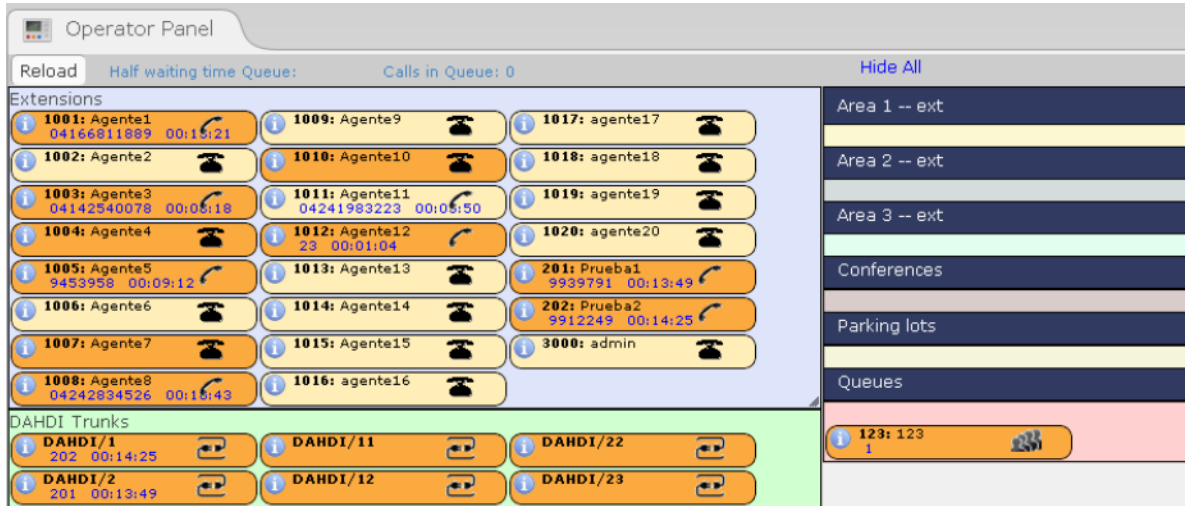


Figura 21. Llamadas entre la red VoIP y la red PSTN.

Fuente: Anuel (2019)

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto, se pudo observar la importancia que tiene hoy en día la tecnología de Voz sobre IP, no solo en el campo de las telecomunicaciones sino también en el área empresarial, donde cada día el número de empresas que quieren hacer modificaciones o cambios en sus sistemas de telefonía para poder transmitir la voz a través del protocolo IP, es mayor.

De esta manera, para realizar una correcta implementación de algún sistema con Voz sobre IP, es necesario tener niveles básicos de conocimiento en tópicos relacionados a la telefonía, redes, protocolos, equipos de hardware y software, ya que con la correcta selección y configuración de estos parámetros, es posible lograr el óptimo funcionamiento del sistema.

Las limitaciones en la disponibilidad de los recursos, fue un factor de aprendizaje en el presente proyecto, debido a que las empresas tratan de optimizar sus costos de tal manera que puedan generar altos porcentajes de ganancias. En sistemas como el implementado, existen diversos modelos para calcular los recursos requeridos de acuerdo a las necesidades del proyecto. En éste en particular, la propuesta inicial planteaba un número de 8 agentes para el *call center*. Se debe resaltar que los principales equipos en los cuales se basa el funcionamiento de este *call center* permiten escalabilidad, pudiendo realizar modificaciones como el aumento del número de agentes, suponiendo que la empresa así lo necesite.

El diseño de la red VoIP implementada, con una previa selección de parámetros para su funcionamiento, resulto exitoso ya que fue capaz de soportar 20 llamadas de manera simultánea, incluyendo llamadas internas en la empresa y otras direccionadas hacia la red PSTN.

La red implementada beneficiará desde el personal que labora como agente en el *call center*, ya que esta le da la oportunidad de comunicarse simultáneamente con distintas direcciones en el Servicio Nacional Integrado de Administración y Tributarias (SENIAT), hasta el personal que ocupe cargos superiores, ya que ahorran en costo de pagar línea telefónica adicional.

RECOMENDACIONES

Se recomienda orden al momento de realizar la implementación de la red IP, así como también realizar anotaciones. De igual manera, la realización de una base de datos que contenga información referente a los puertos de conexión entre el conmutador y las diferentes computadoras, el servidor y el enrutador que sirve de puerto de enlace para el servicio de internet.

Después de haber concluido el informe de pasantías, con los conocimientos obtenidos se puede llegar a las siguientes recomendaciones:

- Profundizar en el adiestramiento e instrucción al personal del departamento de informática SENIAT de toda la información necesaria para el desempeño y manejo del sistema de comunicación de la telefonía VoIP.
- Adiestrar de manera continua el personal que maneje dentro de sus labores el sistema principal a fin de mejorar su desempeño y lograr una autonomía de gestión al efectuar procesos, sin tener que recurrir constantemente al asesoramiento por parte del personal de sistemas y soporte técnico.
- Tomar las medidas de seguridad pertinentes al momento de instalación, configuración y puesta en operatividad al sistema.
- En caso de que la empresa desee en un futuro aumentar el número de operadores del *call center*, se recomienda sustituir el conmutador instalado actualmente por uno de más puertos si este excede los 24 puertos del cual dispone el presente, ya que de esta manera se distribuye eficientemente el ancho de banda disponible en la red.

- implementar el códec GSM a la red VoIP ya que es un estándar muy reconocido a nivel de telefonía y un buen método para ahorrar ancho de banda y sería algo innovador y beneficioso para la red voz sobre IP ya implementada.

REFERENCIAS

Impresas

Alvarez, A., Lozano, L. (2015). “Propuesta e implementación de red telefónica a través de IP basado en una herramienta de software libre, para la Alcaldía del Municipio Carlos Arvelo”. Presentado en la Universidad José Antonio Páez.

Cedeño, D., Atuesta, R. (2013). “Diseño e implementación de un sistema para voz sobre IP en Fundación Alegría Valencia Estado Carabobo”. Presentado en la Universidad José Antonio Páez.

Contreras, G. (2015). “Propuesta de migración de la central telefónica privada (PBX) a la tecnología de telefonía voz sobre IP para la empresa Amcor de Venezuela”. Presentado en la Universidad José Antonio Páez.

Landivar, E. (2008). *Comunicaciones Unificadas con Elastix, Volumen 1*.

Electrónicas

Marin, L., Illas, R. (2013). “Diseño e implementación de un sistema de Voz sobre IP basado en la plataforma Elastix para la empresa Quórum Telecom”. Presentado en la Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela.

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS7511pdf.pdf>

Grupo de expertos sobre telefonía IP de la UIT-D. (2005). *Unión Internacional de Telecomunicaciones*. Recuperado el 15 de mayo de 2012

http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel_report-es.pdf

Romero, M. C. (2003). *Aprenda Redes*. Recuperado el 02 de junio de 2012, de <http://www.aprendaredes.com/downloads/manual-routers.pdf>

Voip Foro. (2012). Recuperado el 05 de Junio de 2012

<http://www.voipforo.com/QoS/QoSVoip.php>

Belen, M. (05 de 11 de 2009). *Scribd*. Recuperado el 10 de mayo de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/22659751/Protocolo-de-Internet>.

Berruecos, A., Maldonado, M., Torres, N. (2015). “Implementación de un sistema telefónico basado en telefonía IP”.

<https://www.pccomponentes.com/routers/TP-LINK>

<https://www.soluciondigital.com.ve/2018/08/24/modem-sendtel-ms8-8817>

<https://www.tiendacables.com/Hub-ethernet-de-16-puertos-10/100>

http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel_report-es.pdf

