



Implementación de un Sistema de Telefonía IP y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN.

Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel y Nuela Aime Erika Monserrath

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior de Redes y

Telecomunicaciones

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

13 de febrero de 2023

Latacunga

Reporte de Verificación de Contenido

Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA NUELA-CHICAIZA.pdf (D158349458)
Submitted	2023-02-10 15:09:00
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	submission.docx Document submission.docx (D130728068)		2
SA	TESIS-2022-TECNOLOGIAS-DE-LA-INFORMACIÓN.docx Document TESIS-2022-TECNOLOGIAS-DE-LA-INFORMACIÓN.docx (D142773838)		1
SA	1442401076_633__Proyecto-Telefon%2525C3%2525ADalP.docx Document 1442401076_633__Proyecto-Telefon%2525C3%2525ADalP.docx (D15305513)		1



Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

DIRECTOR



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Implementación de un Sistema de Telefonía IP y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN”** fue realizada por el señores **Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel y Nuela Aime, Erika Monserrath**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 13 de febrero de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fernando Sebastián Caicedo Altamirano', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

C. C.: 180393502-0



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel**, con cédula de ciudadanía n° 055074520-2 y **Nuela Aime, Erika Monserrath**, con cédula de ciudadanía n° 180494434-4, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Implementación de un Sistema de Telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 13 de febrero de 2023

Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel

C.C.: 055074520-2

Nuela Aime, Erika Monserrath

C.C.:180494434-4



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Autorización de Publicación

Nosotros, **Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel**, con cédula de ciudadanía n° 055074520-2 y **Nuela Aime, Erika Monserrath**, con cédula de ciudadanía n° 180494434-4, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Implementación de un Sistema de Telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 13 de febrero de 2023

Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel

C.C.: 055074520-2

Nuela Aime, Erika Monserrath

C.C.:180494434-4

Dedicatoria

El presente proyecto está dedicado a mis queridos padres César y Olga, por su esfuerzo y sacrificio que han realizado en el transcurso de cada una de las etapas y triunfos de mi vida, por brindarme su amor y apoyo incondicional en momentos difíciles de mis logros, y por cada una de sus palabras y consejos que harán de mí una mejor persona en el ámbito profesional y personal. A mi hermana porque siempre me motiva y me ayuda a ser cada día mejor.

A todas las personas que sin esperar nada a cambio me apoyaron y compartieron sus conocimientos hicieron posible que este sueño se volviera realidad.

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico a mis hermanos Leslie y Thiago quienes han sido mis pilares a lo largo de mi vida, mis papás Fausto y Mónica por siempre apoyarme en cada paso que doy, aconsejándome y viendo lo mejor para mí.

En general a toda mi familia, mis tías, mis primos y mis abuelas que han estado en cada paso que he dado y cada logro académico que he alcanzado, me han acompañado algunos desde la distancia, pero su cariño y buenos consejos nunca me han faltado, así que este trabajo se lo dedico a toda mi familia.

Gracias a todos.

Nuela Aime, Erika Monserrath

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios y a la Virgen de las Mercedes por las bendiciones que me han brindado en cada una de mis decisiones que he tomado a lo largo de mi vida y por no dejarme solo en ningún momento. A mis padres por confiar en mí y por brindarme su apoyo incondicional en cada uno de mis logros académicos.

Agradezco a mis docentes por cada una de las experiencias y conocimientos que me han brindado en el transcurso de mi vida universitaria, permitiéndome ser una mejor persona tanto en el ámbito personal como en el profesional.

Y para finalizar, también agradezco a mis amigos y futuros colegas del Team “Ranchito FM” ya que gracias al buen compañerismo, amistad y apoyo incondicional en cada momento y etapa universitaria han aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional, muchas gracias.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y la Virgen de Guadalupe por las bendiciones que me han dado y me han guiado a lo largo de mi vida estudiantil, cubriéndome con su manto sagrado y no haberme dejado sola en ningún momento.

Siempre agradeceré a mis papás por el apoyo que me han brindado y han sabido respetar las decisiones que he tomado, dándome su opinión, consejo y fortaleza para no rendirme ni vencerme si es que me equivoco. A mis hermanos quienes con tan sola una sonrisa o una frase hacen que me levante y me siga esforzando, todo lo que hago y he hecho ha sido en honor a ellos, porque han sido el mejor regalo que mis papás me han podido dar.

También agradezco a mis docentes por cada experiencia vivida y conocimientos compartidos a lo largo de la carrera, a pesar que gran parte de ella fue de manera virtual supieron llegar a cada uno de nosotros, creando una convivencia sana y creando vínculos de confianza. Finalmente, a mis compañeros y amigos con quienes he creado bonitos recuerdos y anécdotas que los llevaré siempre en mi memoria.

Nuela Aime, Erika Monserrath

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de Verificación de Contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Índice de Contenido	10
Índice de Figuras.....	14
Índice de Tablas	18
Resumen	19
Abstract.....	20
Capítulo I: Introducción.....	21
Antecedentes	21
Planteamiento del Problema.....	22
Justificación e Importancia.....	23
Objetivos	24

	11
<i>Objetivo General</i>	24
<i>Objetivos Específicos</i>	25
Alcance	25
Capítulo II: Marco Teórico	26
Las Telecomunicaciones	26
<i>Tipos de Telecomunicaciones</i>	26
Redes de datos	27
<i>Clasificación de las Redes de Datos</i>	27
<i>VLAN (Red de área local Virtual)</i>	28
<i>Topologías de Red</i>	29
<i>Protocolos de una red de datos</i>	30
<i>Equipos de una red de datos</i>	31
Red PSTN	32
<i>Componentes de una red PSTN</i>	33
Telefonía Analógica	34
<i>Características de la telefonía analógica</i>	35
<i>Ventajas de la telefonía analógica</i>	35
<i>Desventajas de la telefonía analógica</i>	35
Telefonía Ip	36
<i>Ventajas de la telefonía Ip</i>	37

<i>Desventajas de la Telefonía Ip</i>	38
Componentes de un Sistema de telefonía Ip	39
Códecs para telefonía IP.....	40
Protocolos de la Telefonía IP	41
<i>Protocolos de Señalización</i>	41
<i>Protocolos de Transporte</i>	43
El Dialplan	45
Dispositivos de un sistema de telefonía IP	46
<i>Servidor VoIP</i>	46
<i>Gateway VoIP</i>	47
<i>Adaptador telefónico analógico (ATA)</i>	48
<i>Teléfono Ip</i>	49
<i>Softphone</i>	49
Sistemas Operativos para centrales telefónicas Ip.....	50
<i>Asterisk</i>	50
<i>SIP Foundry</i>	51
Raspberry Pi.....	53
<i>Funcionamiento de una Raspberry Pi.</i>	53
Capítulo III: Desarrollo del Tema	55
Análisis técnico sobre la situación actual del sistema telefónico de Radio Latacunga	55

Cableado del sistema de telefonía analógica	56
Análisis y selección de equipos para la implementación del Sistema de Telefonía VoIP	61
Diseño e instalación del cableado estructurado de telefonía Ip	66
Instalación del Sistema Operativo en la memoria SD de la Raspberry Pi	69
Instalación del Software Win32 Disk Imager	70
Instalación de la Raspberry Pi en el Rack de comunicaciones.....	72
Inicio de sesión y configuración básica del Servidor de Asterisk.....	74
Configuración de Extensiones para los teléfonos Ip.....	75
Configuración de Teléfonos Ip	78
Configuración de Softphones	84
Configuración de IVR.....	88
Conexión del sistema de telefonía Volp con la red PSTN	94
Pruebas de funcionamiento del sistema Volp	103
Elaboración de Manual de Usuario y Memoria Técnica	105
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones	107
Conclusiones	107
Recomendaciones	108
Glosario.....	109
Bibliografía	112
Anexos	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Clasificación de las redes de datos</i>	27
Figura 2 <i>Niveles de prioridad</i>	29
Figura 3 <i>Topologías de red</i>	30
Figura 4 <i>Router</i>	31
Figura 5 <i>Switch</i>	32
Figura 6 <i>Red PSTN</i>	33
Figura 7 <i>Componentes de la red PSTN</i>	34
Figura 8 <i>Telefonía Analógica</i>	35
Figura 9 <i>Telefonía Ip</i>	37
Figura 10 <i>Códecs para telefonía Ip</i>	41
Figura 11 <i>Protocolo de inicio de sesión SIP</i>	42
Figura 12 <i>Protocolo H.323</i>	42
Figura 13 <i>Protocolo de Transporte en Tiempo Real RTP</i>	43
Figura 14 <i>Protocolo de control en Tiempo Real RTCP</i>	43
Figura 15 <i>Protocolo Seguro de Transporte en Tiempo Real SRTP</i>	44
Figura 16 <i>Protocolo de Descripción de Sesión SDP</i>	45
Figura 17 <i>Servidor Voip</i>	47
Figura 18 <i>Gateway</i>	48
Figura 19 <i>Adaptador ATA</i>	48
Figura 20 <i>Teléfono Ip</i>	49
Figura 21 <i>Softphone</i>	50
Figura 22 <i>Asterisk</i>	51

Figura 23 <i>SIP Foundry</i>	51
Figura 24 <i>Elastix</i>	52
Figura 25 <i>3CX</i>	52
Figura 26 <i>Raspberry Pi</i>	53
Figura 27 <i>Funcionamiento de la Raspberry Pi</i>	54
Figura 28 <i>Cableado Telefónico</i>	57
Figura 29 <i>Central Telefónica</i>	57
Figura 30 <i>Plano arquitectónico de cableado telefónico análogo de la Radio Latacunga</i>	60
Figura 31 <i>Topología de red</i>	67
Figura 32 <i>Diagrama del cableado estructurado</i>	68
Figura 33 <i>Instalación del cableado estructurado para el sistema de telefonía Ip</i>	69
Figura 34 <i>Página principal de descargas de Asterisk</i>	70
Figura 35 <i>Página de descarga de Win32 Disk Imager</i>	71
Figura 36 <i>Elección de la imagen ISO y memoria SD</i>	71
Figura 37 <i>Conexión de la Raspberry en el Rack de comunicaciones</i>	72
Figura 38 <i>Página de descarga de Advanced Ip Scanner</i>	73
Figura 39 <i>Lista de dispositivos que se encuentran conectados a la Red</i>	73
Figura 40 <i>Configuración de las credenciales del Administrador del Servidor</i>	74
Figura 41 <i>Configuración de idioma y zona horaria de Servidor Volp</i>	75
Figura 42 <i>Menú de opciones para crear las extensiones</i>	76
Figura 43 <i>Configuración de usuario y contraseña de las extensiones</i>	77
Figura 44 <i>Registro de extensiones</i>	77
Figura 45 <i>VLAN Settings</i>	78
Figura 46 <i>Habilitación de los protocolos CDP/LLDP</i>	79

Figura 47 Configuración del intervalo de transmisión LLDP	80
Figura 48 Configuración de la Vlan de Voz	80
Figura 49 Habilitación de DHCP de la VLAN.....	81
Figura 50 Contraseña de los teléfonos Ip.....	82
Figura 51 Asignación de extensión en el teléfono Ip.....	83
Figura 52 Cuenta activada en el teléfono Ip	83
Figura 53 Página de descarga de Zoiper multiplataforma	85
Figura 54 Registro de la extensión en Zoiper Multiplataforma	86
Figura 55 Registro de la dirección Ip del Servidor	86
Figura 56 Configuración de SIP UDP	87
Figura 57 Cuenta SIP activada	87
Figura 58 Configuración de extensión para el IVR	88
Figura 59 Grabaciones del Sistema.....	89
Figura 60 Configuración de grupos de timbrado	90
Figura 61 Grupos de Timbrado	90
Figura 62 Creación de grupo de timbrado del IVR	91
Figura 63 Configuración del IVR principal.....	92
Figura 64 Configuración de los IVRs.....	93
Figura 65 Configuración de los dígitos de marcado del IVR principal.....	93
Figura 66 Conexión del adaptador Gateway HT813	94
Figura 67 Configuraciones básicas del adaptador HT813.....	95
Figura 68 Configuración del puerto FXO	96
Figura 69 Configuración de FXO Termination	97
Figura 70 Configuración del Channel Dialing.....	98

Figura 71 <i>Configuración de la Troncal SIP</i>	99
Figura 72 <i>Configuración PjSip de la troncal</i>	99
Figura 73 <i>Configuración de ajustes avanzados de PjSIP</i>	100
Figura 74 <i>Configuración de Ruta de Salida</i>	101
Figura 75 <i>Configuración del patrón de marcado de la ruta de salida</i>	102
Figura 76 <i>Configuración de la Ruta Entrante</i>	103
Figura 77 <i>Verificación de la entrada y salida de llamadas</i>	104
Figura 78 <i>Envío y recepción de llamadas desde un softphone</i>	104
Figura 79 <i>Manual de Usuario</i>	105
Figura 80 <i>Memoria Técnica</i>	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Equipos del sistema de telefonía analógica de la Radio</i>	55
Tabla 2 <i>Abreviaturas del cableado telefónico</i>	58
Tabla 3 <i>Etiquetado del cableado telefónico</i>	58
Tabla 4 <i>Especificaciones técnicas de Raspberry Pi</i>	62
Tabla 5 <i>Características técnicas de teléfonos Ip</i>	63
Tabla 6 <i>Características de softphones</i>	64
Tabla 7 <i>Características de sistemas operativos de software libre</i>	66

Resumen

El presente trabajo de Integración Curricular tiene como finalidad implementar un sistema de telefonía Ip, para proporcionar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga, del mismo modo detalla cada uno de los procedimientos, análisis técnicos para la recomendación de dispositivos que fueron utilizados para la realización del proyecto. Este proyecto se dio inicio con una investigación bibliográfica acerca de los sistemas de telefonía Ip, conjuntamente se realizó un análisis técnico de los requerimientos actuales referente a los problemas de comunicación que presenta el sistema telefónico análogo de la Radio. De acuerdo a los requerimientos solicitados se propuso la utilización de una Raspberry Pi 4 modelo B, teléfonos Ip de la línea Grandstream 2601, y un adaptador Grandstream HT813 para la comunicación con la PSTN, además se hizo uso del software libre de Asterisk y Zoiper, se instaló cable UTP de categoría 6 desde el Rack de comunicaciones hasta la ubicación de cada uno de los teléfonos Ip siguiendo las normativas del cableado estructurado. Se instaló el servidor en el cuarto de comunicaciones y los teléfonos Ip en cada una de los puntos requeridos por la radio, se configuró los equipos terminales y central telefónica con sus respectivas extensiones siguiendo estándares y normativas vigentes, además de un IVR que servirá para el direccionamiento de llamadas entrantes a través de la PSTN. Finalmente se pudo constatar de la ejecución de llamadas entrantes y salientes del sistema de telefonía a través de la PSTN, obteniendo buenos resultados en la comunicación entre oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga.

Palabras Clave: Asterisk, Sistema VoIP, PSTN, Raspberry Pi

Abstract

The present work of Curricular Integration aims to implement an IP telephony system to provide connectivity between the different offices and recording studios of Radio Latacunga, likewise details each of the procedures, technical analysis for the recommendation of devices that were used for the realization of the project. This project began with a bibliographic research about IP telephony systems, together with a technical analysis of the current requirements regarding the communication problems presented by the analog telephone system of the Radio. According to the requested requirements it was proposed the use of a Raspberry Pi 4 model B, Ip phones of the Grandstream 2601 line, and a Grandstream HT813 adapter for communication with the PSTN, also made use of free software Asterisk and Zoiper, UTP cable category 6 was installed from the communications Rack to the location of each of the Ip phones following the rules of structured cabling. The server was installed in the communications room and the IP telephones were installed in each of the points required by the radio, the terminal equipment and telephone exchange were configured with their respective extensions following current standards and regulations, in addition to an IVR that will be used for the routing of incoming calls through the PSTN. Finally, it was possible to verify the execution of incoming and outgoing telephone calls through the PSTN, obtaining good results in the communication between offices and recording studios of Radio Latacunga.

Key Words: Asterisk, VoIP System, PSTN, Raspberry Pi

Capítulo I

Introducción

Tema

Implementación de un sistema de telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la radio Latacunga e integrarla a la red PSTN.

Antecedentes

En la actualidad los sistemas de comunicación han ido alcanzando varios avances tecnológicos los cuales han logrado satisfacer ciertos requerimientos y necesidades de los usuarios en el ámbito de las telecomunicaciones, tal es el caso de nuestro país en donde también se ha desarrollado otras formas de comunicación como lo es la telefonía Ip que es sumamente utilizada en un gran número de empresas e instituciones, con la intención de reducir costos y tarifas de la telefonía convencional. (Palao, 2020)

En el trabajo de investigación realizado por Ortiz Rosalía K., titulado “Implementación de un sistema de telefonía VoIP orientado al procesamiento y transferencia de datos garantizando la ciberseguridad de la empresa Coach Company Powernet S.A”. En el cual se desarrolló un proyecto que tuvo como objetivo brindar mayor flexibilidad en las operaciones del call center de la compañía, con la ayuda de la plataforma 3CX para el diseño de la red y para brindar seguridad, mientras que para el almacenamiento de datos se usó Google CLOUD, de esta manera se cumplió con todos los objetivos propuestos, como el uso herramientas propias del sistema de telefonía VoIP que incorporen procesamiento y transferencia de datos lo que garantizó la ciberseguridad de la empresa, además se resolvió la improductividad en su sistema telefónico para la derivación y desvío de llamadas. (2021)

En otro trabajo presentado por Hermosa Francisco J. titulado “Implementación de un sistema de telefonía IP para la Fundación ESPOIR” se implementó un modelo basado en sitios múltiples con procesamiento de voz distribuida ya que mantiene la operatividad de las líneas convencionales de la red PSTN y varios usuarios internos se contactan con clientes. Como alternativa a la implementación de una central basada en software que es costosa debido a que se necesitan servidores y equipos Gateway de voz por lo que, se utilizó una central telefónica basada en hardware que resultó como una alternativa de menor costo, además este sistema de telefonía IP solventa los problemas de funcionamiento que se tenía con las centrales telefónicas analógicas y eliminar el problema de compartición de extensiones telefónicas. También permite la eliminación de cableado paralelo (datos y telefonía), es decir que el cableado no es tan extenso como lo sería la telefonía análoga lo que permite tener un único cableado. (2018)

Como se puede evidenciar, existe una gran apertura al tema acerca de la telefonía Ip por su flexibilidad y reducción del tiempo de espera en la realización de llamadas. También con la implementación de un sistema de telefonía Ip se solventan los inconvenientes de funcionamiento en las centrales telefónicas análogas ya que se elimina el problema de la compartición de extensiones por usuario, creando redes convergentes ya que integran múltiples servicios como datos, voz video con calidad y confiabilidad. La telefonía Ip es un desarrollo tecnológico que todo el mundo ha ido adoptando debido a la reducción de costos en lo que se refiere a infraestructura y facturas de teléfonos mensuales, gracias a la voz sobre Ip se pueden conectar oficinas o departamentos remotos de forma fácil.

Planteamiento del Problema

En resolución de acontecimientos indígenas y la necesidad de crear una emisora diocesana, el Monseñor José Mario Ruiz Navas en ese entonces Obispo de la Diócesis del Cantón Latacunga en conjunto con los Agentes de Pastoral decidieron fundar La Radio Latacunga un 8 de diciembre de 1981

con la finalidad de devolver al pueblo la voz que fue callada respetando los derechos de libertad y espontaneidad de los medios de comunicación, logrando una comunidad radiofónica popular y participativa con los pueblos y comunidades indígenas de la provincia de Cotopaxi. (Guerrero, 2014)

En la actualidad la Radio Latacunga cuenta con un sistema de telefonía analógica, además de una central analógica mal configurada y desordenada, sin ningún tipo de etiquetado en el cableado telefónico y que se encuentra en malas condiciones; lo cual limita la comunicación interna entre las oficinas y estudios de grabación, ocasionando así que los trámites y diligencias de la Radio tengan que esperar un tiempo considerable, lo cual provoca insatisfacción de los usuarios y operarios de la misma.

De no solucionarse dichos problemas de conectividad entre departamentos y estudios de grabación de la Radio Latacunga, se mantendrá los inconvenientes actuales a más que a ello se sumará un bajo desenvolvimiento por parte de empleados, molestias por parte de usuarios que necesitan del servicio que este brinda, retraso de trámites y costos innecesarios en llamadas telefónicas.

Por lo expuesto es necesario implementar un Sistema de telefonía Ip en la Radio Latacunga, ya que este sistema tendrá un gran impacto y será de gran beneficio para los empleados y usuarios del mismo logrando mejorar los procesos de comunicación y servicios de la Radio.

Justificación e Importancia

Debido a que la telefonía Ip se encuentra en constante desarrollo, se ha convertido en una alternativa nueva y moderna que permite solucionar varios inconvenientes de comunicación que son generados por la telefonía analógica, es por eso que el envío de voz y datos sobre Ip han permitido que pequeñas y grandes empresas implementen este sistema telefónico, ya que así se fortalece y se optimiza la comunicación entre usuarios de una misma red LAN como también se reduce costos en llamadas telefónicas.

Si bien el ahorro de costos a largo plazo por llamadas telefónicas es una de las principales ventajas que presenta la implementación de un sistema de telefonía Ip, además de un mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible en una red empresarial posibilitando así el desarrollo de una única red convergente que se encargue de la comunicación interna entre dispositivos terminales ya sea mediante el envío de voz y datos.

Se beneficiarán del presente proyecto investigativo, empleados de cada uno de los diferentes departamentos y estudios de grabación de la Radio Latacunga como también los usuarios que hacen uso de los servicios que esta noble institución presta.

Los diversos resultados serán aprovechados para el mejoramiento de la productividad de cada uno de los entornos de trabajo de la Radio Latacunga debido a que la comunicación entre oficinas estará optimizada.

Por lo expuesto, es importante que la Radio Latacunga implemente la tecnología VoIp ya que abre puertas hacia la modernización de las telecomunicaciones integrando servicios de voz y datos, que aportarán beneficios en ahorro de costos a corto y largo plazo, una escalabilidad en la habilitación de nuevas extensiones futuras, además de maximizar la productividad en las actividades y servicios de la Radio.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un Sistema de Telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis técnico para la selección de equipos y materiales necesarios para la implementación de un sistema de telefonía Ip.
- Instalar el cableado estructurado para cada uno de los puntos de red requeridos para el sistema de telefonía Ip, siguiendo las normativas de cableado estructurado correspondientes.
- Instalar y configurar el servidor y los teléfonos Ip en cada una de las oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga.
- Implementar una guía didáctica de uso y mantenimiento preventivo del sistema de telefonía Ip.

Alcance

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad implementar y configurar una central telefónica y teléfonos Ip que estarán conectados a la Red PSTN, para el mejoramiento de la comunicación interna entre departamentos y estudios de grabación de la Radio Latacunga, mediante el uso de herramientas tecnológicas y protocolos VoIp que servirán para la escalabilidad futura del sistema como también contribuirá en el mejoramiento de la productividad y servicios de la Radio.

Se entregará un instructivo de uso y mantenimiento del sistema de telefonía Ip con parámetros necesarios para la ejecución de mantenimientos preventivos periódicos del sistema de telefonía Ip.

Capítulo II

Marco Teórico

Dentro de este capítulo se dan a conocer los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión del presente trabajo de titulación.

Las Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones han ido evolucionando al pasar los años y tienen una gran relevancia en la vida de las personas y actividades productivas de los países de manera creciente debido a que su uso ha permitido ampliar y facilitar la comunicación entre los individuos. Además, las telecomunicaciones son servicios que constan de infraestructura multifactorial. Englobando instalaciones, construcciones y equipamiento que permita proveer servicios de comunicaciones tanto de voz como de datos. (Briones, 2018)

Tipos de Telecomunicaciones

Actualmente existen varios dispositivos y tecnologías que están en mayor uso en las telecomunicaciones como el teléfono, internet, televisión, entre otros.

- Teléfono
- Internet
- Televisión
- Radio
- Periódico
- Aplicaciones de mensajería

(Tecnoadmin, 2019)

Redes de datos

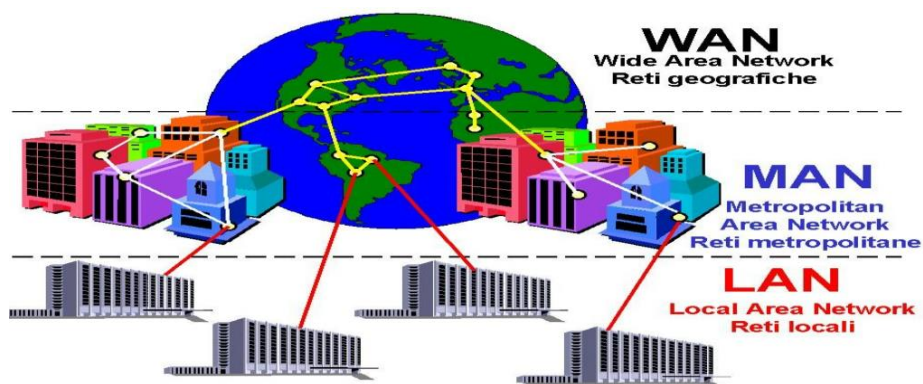
Se conoce como redes de datos a las infraestructuras que han sido creadas con la capacidad de transmitir información mediante un intercambio de datos, es decir estas arquitecturas cuya base principal es la conmutación de paquetes y que atienden a una clasificación exclusiva, tomando en cuenta la distancia a la que es capaz de cubrir dicha arquitectura física y su tamaño. (Tecnología, 2021)

Clasificación de las Redes de Datos

- **LAN:** Conocidas como red de área local en la que los equipos se ubican en el mismo edificio que tengan conexión de manera limitada y pueden ser privadas.
- **MAN:** Redes de áreas metropolitanas que interconectan a equipos de una ciudad, pueden ser creadas a partir de varias redes LAN.
- **WAN:** Las WAN son redes de áreas extensas que cubren las necesidades de áreas geográficas más grandes, y pueden ser de carácter regional, nacional o internacional.
- **PAN:** Las redes de área personal por su nombre se refiere a una red muy pequeña y su función es conectar ordenadores que están en el mismo entorno de un usuario. (Tecnología, 2021)

Figura 1

Clasificación de las redes de datos



Nota. En la figura se puede observar los diferentes tipos de red de datos. Tomado de (Tecnología ,2021)

VLAN (Red de área local Virtual)

Las VLAN permiten segmentar una red física en redes lógicas, también utilizan puentes y switches para que la transmisión de datos solo se dirija a los dispositivos pertenecientes a esas VLAN, en resumen, podemos decir que se reduce el flujo de datos dentro de la infraestructura de red, lo cual ayuda a reducir la latencia en enrutadores y conmutadores. (WatchGuard Technologies, 2019)

A continuación, se muestra los tipos de VLANS:

- **VLAN de administración:** La VLAN de administración es la VLAN configurada para acceder a las funciones de administración del conmutador.
- **VLAN de datos:** Una VLAN de datos es una VLAN configurada para transportar solo tráfico de datos generado por el cliente. Una VLAN puede transportar tráfico de voz o tráfico utilizado para controlar y administrar el conmutador, pero ese tráfico no formará parte de la VLAN de datos.
- **VLAN de Voz:** Una VLAN de voz está dedicada específicamente al tráfico de voz de un cliente, asegura la calidad del tráfico de voz aumentando su prioridad de transmisión cuando se transmite con otro tráfico. (Keep Koding, 2022)

Estándar 802.1Q y 802.1p.

- **Estándar 802.1Q:** También conocido como dot1q, define el etiquetado de tramas como un proceso a realizar por la VLAN. Se inserta un campo de 4 bytes en una trama Ethernet para determinar a qué VLAN pertenece la información enviada entre dispositivos de Capa 2.
(Wikiwand - IEEE 802.1p, s. f.)
- **Estándar 802.1p:** Es el método de Calidad de Servicio (QoS) que opera en la capa MAC. Un dispositivo que admita 802.1p, también puede reconocer una cifra que representa la prioridad de una trama ethernet, lo que garantiza una alta calidad de comunicación, con los siguientes niveles de prioridad.

Figura 2

Niveles de prioridad

PCP	Prioridad	Acrónimo	Tipo de tráfico
1	0 (baja)	BK	Fondo
0	1 (por defecto)	SER	Mejor esfuerzo
2	2	EE.UU.	excelente esfuerzo
3	3	ESO	Aplicaciones críticas
4	4	NOSOTROS	Vídeo, < 100 ms latencia y fluctuación
5	5	VO	Voz, < 10 ms latencia y fluctuación
6	6	CI	Control de red
7	7 (más alta)	CAROLINA DEL NORTE	Control de red

Nota. En esta figura se puede observar los niveles de prioridad. Tomado de (Wikiwand - IEEE 802.1p, s. f.)

Topologías de Red

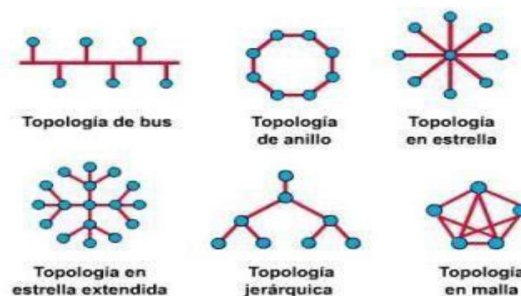
Las redes siempre requieren de una arquitectura llamada topología. A una estructura de cableado se le considera una red informática cuando se conecta un dispositivo a un conjunto de dispositivos que se comunican entre sí.

- **Topología de bus:** En esta topología, los datos se transmiten a través de un único canal de comunicación que conecta todos los dispositivos.
- **Topología de anillo:** Esta es una red donde las computadoras están conectadas por cables y forman una estructura de anillo.
- **Topología en estrella:** A diferencia de la topología de bus, que tiene un solo canal de comunicación, cada dispositivo de red en esta topología tiene su propio canal.
- **Topología Malla:** Existen conexiones en todas las direcciones y son las encargadas de enviar los mensajes por el mejor o más corto camino posible.

- **Topología de árbol:** Es una combinación de topología de estrella y topología de bus porque tiene un dispositivo central como un conmutador al que se conectan los nodos. (Limonas, 2021)

Figura 3

Topologías de red



Nota. Ejemplos de arquitecturas de red. Tomado de (Limonas, 2021)

Protocolos de una red de datos

La creación de redes, como muchos procesos, requiere estándares y reglas para que funcione, las redes y las telecomunicaciones tienen los siguientes protocolos.

- **Protocolo de Internet (IP).** Su funcionalidad de enrutamiento esencialmente hace que Internet. Históricamente, este era un servicio de datagramas sin conexión en el programa de control de transmisión original.
- **Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).** Es la base de la comunicación de datos en la World Wide Web. El hipertexto es una escritura estructurada que utiliza enlaces entre nodos que contienen texto.
- **Protocolo de transferencia de archivos (FTP).** Es el protocolo más usado para la transferencia de archivos por Internet y redes privadas.
- **(SSH).** Es el método utilizado para administrar de forma segura los dispositivos de red a nivel de comandos. Por lo general se usa como una opción alterna a Telnet.

- **Telnet.** Es el método principal utilizado para la administración de dispositivos de red. A diferencia de SSH, Telnet proporciona una conexión insegura.
- **Sistema de nombres de dominio (DNS).** El sistema de nombres de dominio es usado para traducir los nombres de dominio en direcciones IP. La jerarquía de DNS consta de servidores.
(Limonés, 2021)

Equipos de una red de datos

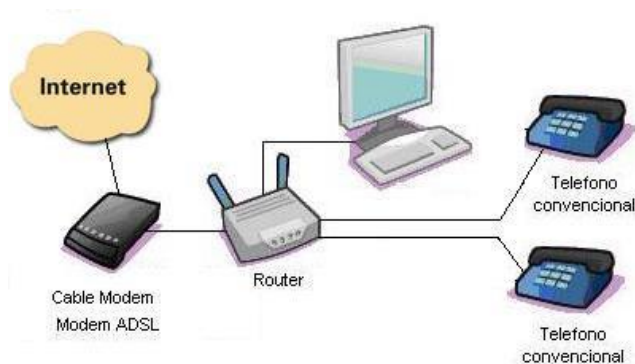
Las redes de datos requieren una variedad de equipos informáticos para ser completamente funcionales, lo que se describe mejor en el Portal empresarial de YMANT (2021) sobre equipos de red.

A continuación, se analizará dos dispositivos de red muy comunes:

- **Router:** Es un dispositivo cuya función es conectar dos redes diferentes. Es un dispositivo que separa dos segmentos de red con direcciones diferentes y es independiente entre sí.

Figura 4

Router



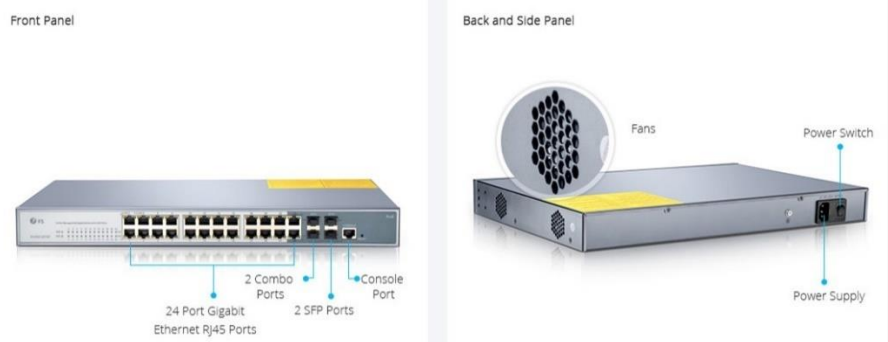
Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento de Router. Tomado de (Quality Unit. LLC, 2022)

- **Switch:** Es un dispositivo usado para conectar dispositivos en un mismo entorno de red, envía y recibe el tráfico de datos entre computadoras en una misma red o a un enrutador saliente.

(YMANT, 2021)

Figura 5

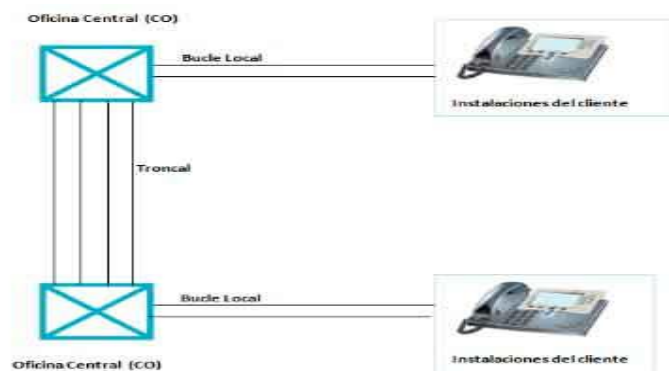
Switch



Nota. En la figura se puede observar un switch. Tomado de (VoIP Centrix, 2020)

Red PSTN

La red telefónica pública conmutada o (PSTN), se basa en la conmutación estándar de circuitos electrónicos que están optimizados para la transmisión de voz en tiempo real asegurando fluidez en el tráfico de la red, MCM Telecom menciona que la red PSTN garantiza la calidad del servicio (QoS) en las llamadas, utilizando pulsos de marcación y múltiples frecuencias para la transmisión de datos desde el emisor hasta el receptor. (2021)

Figura 6*Red PSTN*

Nota. En la figura se puede observar el diagrama de una red PSTN. Tomado de (MCM Telecom, 2021)

Componentes de una red PSTN

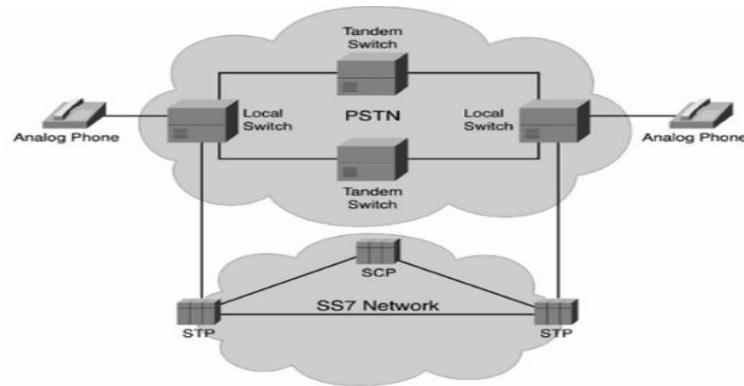
López, menciona que para garantizar una comunicación eficaz dentro de una red PSTN es necesario contar con los siguientes elementos:

- **Codificación:** El sonido que es enviado como una señal analógica a través de la red PSTN debe ser digitalizada, esta señal es transmitida por toda red hasta su destino.
- **Switch PSTN:** Son dispositivos centrales de red que se encargan de mover el tráfico de llamadas en la red y están conectados mediante líneas troncales cuya capacidad está definida por el número de canales DSO.
- **PBXs:** En este dispositivo se puede configurar un sistema de telefonía completo en una misma red, además permite la identificación de llamadas, llamadas en espera y transferencias de llamadas por medio de extensiones que utilizan una o varias líneas.
- **Señalización:** Es la información del estado de los dispositivos de la red, es utilizado para determinar si un teléfono está descolgado o si una línea está ocupada.

- **Teléfonos:** Pueden ser teléfonos analógicos que se conectan directamente a red PSTN y transmiten una señal analógica, o digitales que se enlazan a la red PSTN a través de PBXs. (2021)

Figura 7

Componentes de la red PSTN



Nota. En la figura se puede observar un diagrama de los componentes que conforman una red PSTN.

Tomado de (López, 2021)

Telefonía Analógica

Espinoza plantea que la telefonía analógica está basada en el uso de un cable que contiene dos finos hilos de cobre por el cual se transmite la voz por medio de señales eléctricas, para permitir una conexión entre dos o más dispositivos deben estar enlazados físicamente el uno con el otro, formando así una topología de red de tipo estrella, las señales analógicas suelen ser muy usadas en proyectos donde la prioridad se la llevan los costos antes que la calidad y seguridad de los datos. (2021)

Figura 8*Telefonía Analógica*

Nota. En la figura se puede observar un teléfono análogo. Tomado de (Espinoza, 2021)

Características de la telefonía analógica

- Cada extensión o línea tiene un número identificador, o DDI geográfico.
- Cada línea contratada permite una sola comunicación.
- Es utilizada en el mercado residencial.

Ventajas de la telefonía analógica

- Es adecuada para líneas dentro de una casa u oficina en donde exista un circuito cerrado de comunicaciones centralizadas.
- Debido al pulso electrónico que se genera produce una mejor calidad de sonido, por lo que no es tan fácil manipular.

Desventajas de la telefonía analógica

- La señal es propensa a sufrir distorsiones del audio o la interrupción inmediata debido a que este tipo de señal absorbe y envía ondas de datos.

- Generan comunicaciones inseguras, además de que las líneas analógicas no pueden manejar la cantidad de datos se produce en las líneas digitales.
- Su flexibilidad no es tan buena debido a que las llamadas solo se pueden atender en un dispositivo conectado con el cable de telefonía.
- No brinda servicios de valor agregado como la identificación de llamadas, el desvío de llamadas o la respuesta de voz interactiva entre otras, además que no tiene la opción de grabar las llamadas.

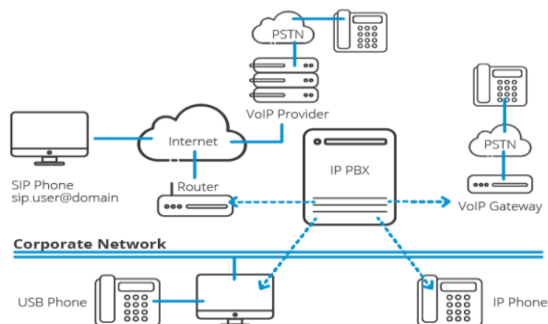
(SoftDoit, 2021)

Telefonía Ip

La telefonía Ip es aquella que establece la comunicación a través del internet y la transmisión de voz se realiza mediante Voz por Ip, y se ha ido transformando ya que es una de las formas de comunicación más utilizadas por las empresas sustituyendo los sistemas telefónicos tradicionales. (Admin, 2022)

Este servicio telefónico es realizado con la tecnología Voip que implica transformar la voz en paquetes y transmitirlos con el protocolo Ip de una red de datos, pero esta transmisión de voz con el protocolo Ip es delicado a los retardos lo que se le considera como una desventaja. Aunque dicho protocolo logra que los paquetes de voz digitalizada lleguen a su destino a tiempo, negociando con el codificador/decodificador de voz brindando seguridad en la transmisión de voz encriptando los datos.

(Peláez, 2016)

Figura 9*Telefonía Ip*

Nota. En la figura se puede observar un diagrama de un sistema de telefonía Ip. Tomado de (Khomp, 2019)

Ventajas de la telefonía Ip

En la actualidad la telefonía Ip presenta ciertas ventajas sobre las comunicaciones internas en las empresas, a continuación, se listan algunas de ellas:

Reducción de costos. Con la telefonía IP se busca disminuir los costos desde la implementación del sistema que es muy sencillo y económico, además que no necesita de hardware adicional más que aquellos dispositivos terminales que vayan a implementar con software que permitan el envío y la recepción de llamadas. Además, las llamadas siempre serán gratuitas cuando se realicen en el interior de la red de la empresa, esto supone una considerable reducción de costes frente a la telefonía convencional. (NFON, 2021)

Escalabilidad del sistema.

La telefonía Ip se adapta a la perfección a cualquier tipo de negocio ya que tiene la capacidad de añadir o quitar nuevos flujos de clientes según su demanda, sin afectar lo que ya estaba funcionando, además puede incrementar su infraestructura sin la necesidad de sustituir algunos equipos, esto es debido

a la optimización de recursos aprovechando al máximo el ancho de banda y equipos de alto rendimiento.
(Khomp, 2019)

Más funcionalidades

La telefonía Ip permite habilitar servicios y funciones de todo tipo a continuación se presenta algunos ejemplos:

- Gestión y automatización de llamadas entrantes por medio de (bots, filtros y locuciones).
- Sistema de buzón de voz que se recibe por medio de correo electrónico.
- Sistema de grabación de llamadas
- Desvío de llamadas.
- Respuesta de voz interactiva (IVR).
- Videollamadas.
- Llamadas de 3 líneas (three-way calling). (NFON, 2021)

Desventajas de la Telefonía Ip

La telefonía Ip presenta algunas limitaciones en su mayor parte son tecnológicas a continuación, se puede nombrar algunas de las más principales:

Ancho de banda.

La tecnología Ip siempre va a requerir de una buena conexión a internet o un ancho de banda considerable para así garantizar la fluidez y calidad de voz durante una llamada telefónica, teniendo en cuenta que también el internet puede ser utilizado en otras actividades que comparten la misma conexión con el sistema VoIP saturando así el ancho de banda, pero se puede dar solución a esto dando prioridad o reservando parte del ancho de banda para uso exclusivo de llamada Ip. (Subcod, 2019)

Corte eléctrico del sistema VoIP.

A diferencia de los teléfonos convencionales, VOIP/ESTUDIO menciona que la telefonía IP requiere de una conexión eléctrica para su correcto funcionamiento, en el caso de un corte eléctrico el sistema VOIP dejaría de funcionar a menos que la empresa cuente con un respaldo eléctrico conocido como UPS (*Uninterruptible Power Supply*) (2021).

Vulnerabilidad.

Los sistemas de telefonía IP son vulnerables a virus, gusanos, troyanos y a hackeos, debido a revisiones y pruebas de hacking ético, Sotomayor menciona que se puede encontrar ciertas vulnerabilidades como el robo de contraseñas, puertos abiertos, permisos de escaneos de usuarios habilitados, entre otros, teniendo así la posibilidad de recibir ataques al sistema, por lo que es recomendado no dejar los passwords de seguridad en defecto, restringir puertos innecesarios y permisos de usuario. (2021)

Componentes de un Sistema de telefonía Ip

Para establecer comunicación de extremo a extremo por medio de una llamada local se la puede ejecutar mediante un sistema de telefonía IP, los componentes vitales para establecer la comunicación depende de los dispositivos terminales que se estén utilizando como, por ejemplo, teléfonos Ip, softphones o teléfonos convencionales, recalando que si un terminal no es Ip dicha comunicación deberá ser enlazada por medio de una red de datos RTC. (León Ipiales & Pilatasig Mallitasig, 2022)

Los componentes que conforman el sistema VoIP no son tan distintos a los de la telefonía analógica.

- Codificadores Ip
- Protocolos

- Servidores de telefonía Ip
- Conmutadores y enrutadores
- Gateways y adaptadores
- Equipos Terminales

Códecs para telefonía IP

Los códecs de telefonía Ip ayudan a convertir la información analógica a digital, toman miles de muestras de audio por segundo, para luego ser convertidas en información digital, posteriormente se reconstruirá la muestra y se enviará la información, es por eso que los códecs permiten la codificación y decodificación información en un sistema de telefonía Ip. (López, 2021)

Los códecs más utilizados para telefonía Ip son los siguientes:

- **Códec G.711:** También conocido como alaw/ulaw porque es el nombre de dos posibles métodos de compresión disponibles. Este es un códec simple que requiere muy poca carga computacional.
- **Códec G.729:** Es el códec más recomendado para la tecnología IP requiere un ancho de banda bajo y comprime el audio en fragmentos en decenas de milisegundos.
- **Códec G.723.1:** Originalmente desarrollado para videoconferencias, ahora se usa en tecnología IP. Simple y utilizado para aplicaciones de bajo ancho de banda como B. Servicios multimedia.
- **Códec G.726:** Basado en tecnología ADPCM. Esto tiene sus ventajas. Puede reducir el ancho de banda requerido sin aumentar la carga computacional.
- **Códec G.729A:** Esta es una extensión del algoritmo G.729, que es menos complejo y requiere menos potencia informática. Además, es compatible con el códec G.729 y tiene una excelente calidad de audio.

Figura 10*Códecs para telefonía Ip*

Nota. La figura muestra el funcionamiento de los códecs en un sistema de telefonía Ip. Tomado de (Orade, 2019)

Protocolos de la Telefonía IP

Un protocolo es un estándar que puede especificar y regular la conexión, la comunicación y transferencia de datos entre dos sistemas. Los protocolos más importantes de telefonía IP cuyos mecanismos abarcan una serie de transacciones de señalización entre dispositivos terminales y compatibles con cualquier central telefónica IP son los siguientes:

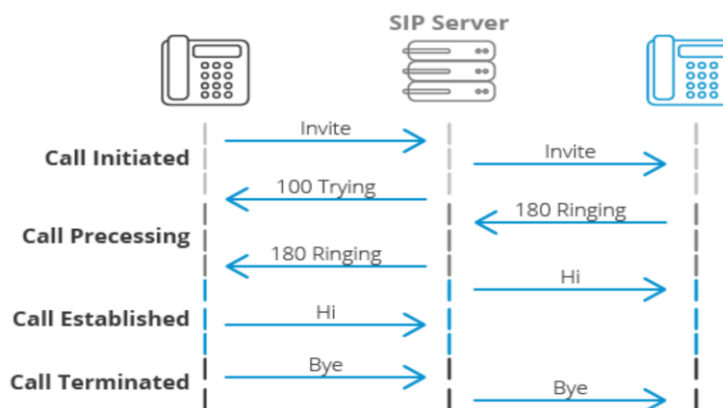
Protocolos de Señalización**Protocolo de Inicio de sesión (SIP).**

Este protocolo de señalización ha encontrado su mayor uso en el mundo de telefonía Ip debido a que es utilizado para establecer una sesión entre dos o más usuarios, modificar y terminar eventualmente dicha sesión, este protocolo está basado en el encapsulamiento de mensajes de texto SIP que son similares al protocolo HTTP, ya que cumple con el mecanismo de petición-respuesta.

(Jiménez, 2021)

Figura 11

Protocolo de inicio de sesión SIP



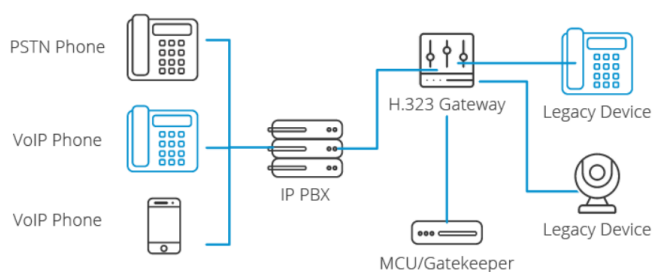
Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento del protocolo SIP. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

Protocolo H.323.

Es un protocolo binario relativamente viejo muy parecido a SIP y al protocolo SMTP, fue diseñado para la administración, configuración y terminación de sesiones de comunicación, cumple con un conjunto de estándares de ITU-T que permite proveer una comunicación de audio y video sobre una red de computadoras. H.323 se define como un modelo de llamadas básico que brinda los servicios necesarios para cumplir con los estándares de comunicación de las empresas. (3CX Ltd, 2021)

Figura 12

Protocolo H.323



Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento del protocolo H.323. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

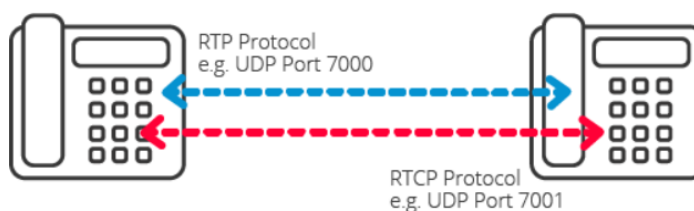
Protocolos de Transporte

Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP).

Este protocolo se define como un paquete estándar para el envío de audio y video, está determinado en el RFC 1889, es utilizado en el amplio campo de los sistemas de comunicación y en medios de transmisión, como la telefonía, videoconferencias y la web, basados en la función push-to-talk. RTP transporta y sincroniza múltiples flujos de audio o de video para supervisar la calidad de servicio (QoS) y estadísticas de la transmisión, además que es uno de los protocolos fundamentales de VoIP que conjuntamente con SIP pueden establecer conexiones a través de toda la red. (Carballar, 2022)

Figura 13

Protocolo de Transporte en Tiempo Real RTP



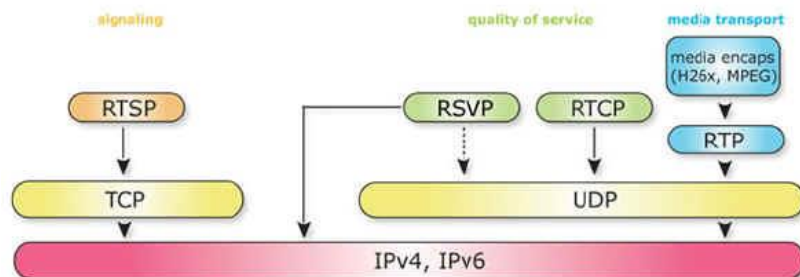
Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento del protocolo RTP. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

Protocolo de Control en Tiempo Real (RTCP).

Este protocolo en conjunto con el RTP, tienen la función de monitorear la recepción de datos estadísticos y de control en redes Multicast, normalmente para la administración de flujos de datos y telefonía. DINECOM menciona que el objetivo del monitoreo en la entrega de datos sirve para detectar si el protocolo RTP está brindando el servicio necesario, también es administrador del nombre CNAME el cual es el único identificador de un usuario que está en una larga sesión. (2019)

Figura 14

Protocolo de control en Tiempo Real RTCP



Nota. En la figura se puede observar el diagrama del protocolo RTCP. Tomado de (DINECOM, 2019)

Protocolo Seguro de Transporte en Tiempo Real (SRTP).

Este protocolo que utiliza el código abierto WebRTC tiene funciones de seguridad, como la confidencialidad, autenticación y protección de mensajes para las comunicaciones VoIP, Aguirre sostiene que este protocolo utiliza un cifrado determinado con algoritmos en función de derivación para minimizar el riesgo de ataques de seguridad y denegación del servicio, además se rige a la norma de referencia RFC3711. (2022)

Figura 15

Protocolo Seguro de Transporte en Tiempo Real SRTP



Nota. En la figura se puede observar un diagrama del funcionamiento del protocolo SRTP. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

Protocolo de Descripción de Sesión (SDP).

3CX Ltd, menciona que este protocolo de descripción establece y define parámetros en el intercambio de llamado streaming media entre dos endpoints, fue publicado por el IETF como RFC 4566, el DSP es típicamente encapsulado dentro de protocolo SIP iniciando un proceso de configuración de sesión entre dos endpoints, donde cada uno envía un mensaje SDP al otro para informar el estado de sus capacidades y especificaciones. (2021)

Figura 16

Protocolo de Descripción de Sesión SDP

```
v=0
o=MyStreamer 2398026505 2307593197 IN IP4 10.20.30.40
s=MyStreamer Audio Session
c=IN IP4 10.11.12.13
t=0 0
m=audio 15010 RTP/AVP 0 101
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=sendrecv
```

Nota. La figura muestra un ejemplo del protocolo SDP. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

El Dialplan

El plan de marcado se encuentra en las rutas de salida de un sistema VoIP, es una colección de ordenada de reglas que deben ejecutarse cuando alguien marca un número móvil o telefónico, sin embargo, se pueden configurar muchas cosas como la gestión de llamadas en función de un horario, recepción automática de llamadas, etc. (Wiki VoIP, 2020)

Para definir expresiones o planes de marcado se utiliza la siguiente simbología:

X: Cualquier cifra de 0 a 9

Z: Cualquier cifra de 1 a 9

N: Cualquier cifra de 2 a 9

[x-y]: Cualquier cifra de <<x>> a <<y>>

[xyz]: Las cifras <<x>>, <<y>> o <<z>>

.: Una o más repeticiones del símbolo anterior

!: Cero o más repeticiones del símbolo anterior

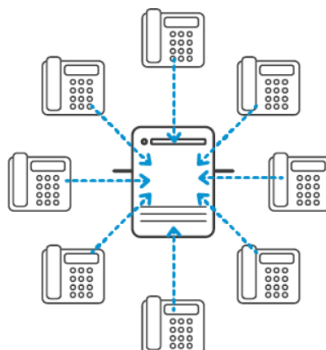
Dispositivos de un sistema de telefonía IP

Los dispositivos un sistema de telefonía Ip son los siguientes:

Servidor VoIP

Un servidor VoIP o también conocida como centralita IP, es un sistema que es utilizado por las empresas y organizaciones en donde la voz y datos se transmiten por la red LAN del lugar, la expresión VOIP que proviene del inglés es expresada como Voice Over IP y traducida como voz sobre IP, esta funciona usando los diversos protocolos de voz por IP. Es decir, para que la infraestructura de comunicación de datos sea aprovechada y evite mantener un cableado específico para cada extensión telefónica se debe implementar un sistema de telefonía IP. (Zerovoz, 2021)

Un central IP o IP PBX se compone de un solo elemento que es el encargado de la gestión de entrada y salida de las llamadas telefónicas, las centralitas se conectan fácilmente a la red de internet de las empresas para funcionar, de este modo lo único que se utilizará serán los equipos terminales (teléfonos IP) o utilizar ordenadores con un software libre que permitan enviar y recibir llamadas telefónicas. (Maslp, 2021)

Figura 17*Servidor Voip*

Nota. En la figura se puede observar un sistema de telefónico PBX IP. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

Gateway VoIP

Es un dispositivo que permite la conexión entre redes que utilizan diferentes protocolos de comunicación otorgando que la información pueda pasar de una a otra, estos Gateways se interconectan a la red PSTN, proporcionando acceso ininterrumpido a la red mediante llamadas de voz que se digitalizan, comprimen, codifican y se empaquetan en el Gateway de origen para luego ser descomprimidas y recreadas en el Gateway de destino. (3CX Ltd, 2021)

En estos dispositivos suelen existir dos puertos muy comunes como lo son el FXO y FXS:

- **FXS:** Este puerto es utilizado para la transmitir la conexión interna a dispositivos de oficina como fax o teléfonos analógicos.
- **FXO:** Las puertas de enlace FXO se ocupan para conectar sistemas VoIP con líneas analógicas de la red PSTN, además convierte las líneas analógicas a voz sobre IP.

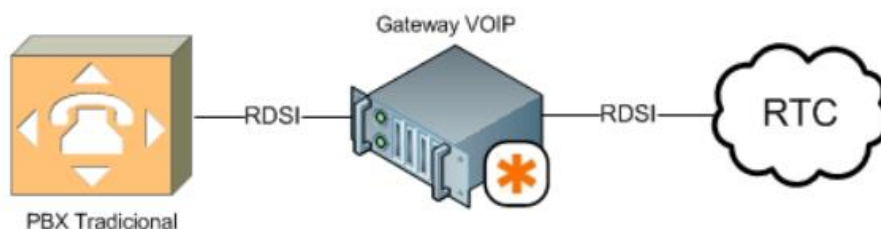
Las principales características de funcionamiento son las siguientes:

- Reduce la necesidad de líneas PSTN.
- Accesos avanzados de Call Center como IVRs, CTI, ACDs y grabación de llamadas
- Integración de una Centralita analógica tradicional a un sistema de telefonía IP.

- Conexión de centrales tradicionales a servicios avanzados y accesos a proveedores DDI (numeración telefónica) con cobertura mundial de bajo costo.

Figura 18

Gateway



Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento del Gateway para telefonía Ip. Tomado de (3CX Ltd, 2021)

Adaptador telefónico analógico (ATA)

Un adaptador telefónico analógico, este dispositivo actúa como una interfaz de hardware entre la red PSTN y el sistema VoIP, consta de puertos RJ11 para conectar teléfonos convencionales y RJ45 o ethernet para conectarnos a la red LAN, de esta forma el teléfono normal será reconocido por el software del sistema VoIP como un teléfono SIP, además las señales de voz se codifican mediante códecs de voz y se enlazan al servicio VoIP mediante el protocolo SIP o H.323. (Parada Visual, 2019)

Figura 19

Adaptador ATA



Nota. En la figura se puede observar un adaptador telefónico analógico. Tomado de (Parada Visual, 2019)

Teléfono Ip

Es un dispositivo que está diseñado para realizar y recibir llamadas mediante el protocolo de Internet IP en una determinada red de datos, con este teléfono se puede monitorear las llamadas en tiempo real, recibir y grabar el correo de voz por e-mail ya que se conecta a la nube y son un gran avance en las comunicaciones ya que permite reducir gastos y obtener múltiples servicios con tan solo una conexión a internet. (Ramos, 2020)

Figura 20

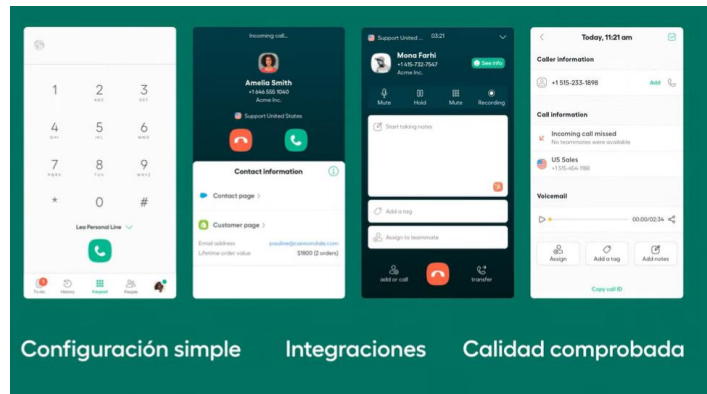
Teléfono Ip



Nota. En la figura se puede observar un teléfono SIP. Tomado de (Ramos, 2020)

Softphone

Softphone es un software que está basado en los sistemas de Voz sobre Ip (VoIP) que permite realizar y recibir llamadas, por medio de una plataforma o aplicación web, este software cuenta con funcionalidades similares a un teléfono fijo y son más flexibles en cuanto a configuración y ajustes, son más rentables tanto a largo como a corto plazo en sistemas de telefonía IP. (Robine, 2020)

Figura 21*Softphone*

Nota. La figura muestra un software que simula a un teléfono Ip. Tomado de (Robine, 2020)

Sistemas Operativos para centrales telefónicas Ip

SoftDoit, sostiene que un software de centralita Ip nos permite automatizar la gestión de comunicaciones de una empresa, por medio de la identificación de llamadas telefónicas y mejoramiento del servicio con satisfacción eficiente al momento de tener múltiples extensiones telefónicas por parte de los teleoperadores, teniendo en cuenta que solo se necesita contar con una conexión a red y dispositivos terminales. (2022)

Asterisk

Asterisk es considerado como la plataforma de telefonía líder en las soluciones VoIP y PBX de código abierto, consta con un kit de herramientas y funciones estándar de cualquier PBX ya que permiten la distribución de llamadas telefónicas, videoconferencias y correos de voz, teniendo en cuenta que este software es gratuito y de código abierto puede convertir cualquier tipo de computadora en un servidor VoIP. (Asterisk, 2021)

Figura 22

Asterisk



Nota. La figura muestra el software libre de Asterisk. Tomado de (Asterisk, 2021)

SIP Foundry

Esta plataforma se estableció en 2004 presenta los mismos servicios que su competidor Asterisk, hace posible el desarrollo de sus propias comunicaciones de voz y video, así como conferencias, mensajería unificada e instantánea, teniendo un inconveniente de que vende soporte profesional a diferentes costos por el número de usuarios. (Intersoft, 2018)

Figura 23

SIP Foundry



Nota. En la figura se puede observar el software libre de SIP Foundry. Tomado de (SoftDoit, 2022)

Elastix

Originalmente está basado en Asterisk y es un software de servidores VoIP de código abierto que incluye una IP PBX, ofrece servicios de mensajería instantánea, fax e incluso presenta un enfoque amplio al mercado emprendedor, ya que es gratuita para el uso personal y comercial, Elastix cuenta con soporte para una amplia gama de dispositivos como es Dinstar, Yeastar, Digium y Snom. (MasIP, 2021)

Figura 24*Elastix*

Nota. En la figura se puede observar el software libre de Elastix. Tomado de (MasIP, 2021)

3CX

3CX es otra plataforma de código abierto basado en el protocolo SIP, además permite habilitar múltiples extensiones para el tráfico de llamadas tanto para la red PSTN como para el servicio de VoIP por medio de teléfonos Ip y softphones, permite establecer un servidor PBX mejorando la experiencia del cliente gracias al click2call de su sitio web y la integración de CRM. (Tec Innova, 2021)

Figura 25*3CX*

Nota. En la figura se puede observar el software libre de telefonía Ip 3CX. Tomado de (Tec Innova, 2021)

Raspberry Pi

Es un computador de formato compactado y de bajo coste, accesible para todos los usuarios informáticos además se caracteriza por ser muy utilizada en el desarrollo de prototipos pequeños para la formación académica de estudiantes de informática y electrónica. Su diseño se fundamenta en hardware independiente ya que usa sistemas operativos de software libre basados en GNU/Linux. Para este microordenador se ha diseñado Raspberry Pi OS que es una versión personalizada de Debian. (Solé, 2021)

Figura 26

Raspberry Pi



Nota. La figura muestra la placa de un microordenador. Tomado de (Solé, 2021)

Funcionamiento de una Raspberry Pi.

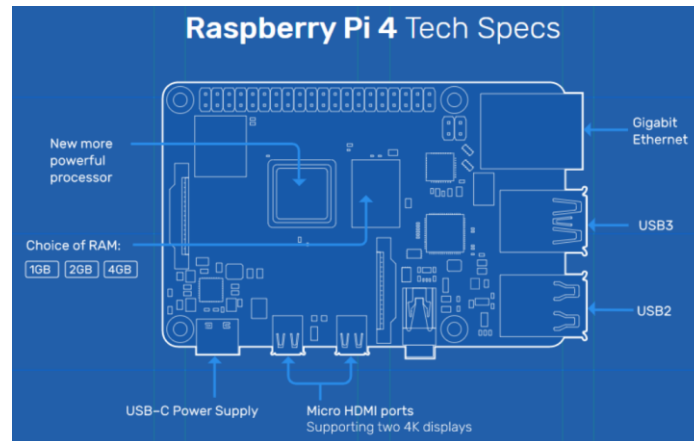
Su funcionamiento es idéntico al de un computador ya que está formado por los mismos componentes. La placa de este microordenador se basa en SoC de arquitectura ARM de buen rendimiento y de bajo consumo. Su capacidad de memoria RAM varía según el modelo además cuenta con salidas de audio y video, también en versiones actuales consta con un conector Jack de 4 polos, adicionalmente cuenta con puertos USB y lector de tarjetas de almacenamiento en donde carga su sistema operativo. (Solé, 2021)

La Raspberry Pi 4 es una versión moderna que cuenta con un conector Gigabit Ethernet, Bluetooth y tarjeta inalámbrica de red integrada, este modelo es el que se utilizó para el desarrollo de

este proyecto. Para su funcionamiento se debe energizar la placa con su respectivo conector, para posteriormente cargar el sistema operativo en una tarjeta de almacenamiento SD.

Figura 27

Funcionamiento de la Raspberry Pi



Nota. La figura muestra la placa y componentes de una Raspberry Pi 4. Tomado de (Mouser Electronics, 2022)

Capítulo III

Desarrollo del Tema

Análisis técnico sobre la situación actual del sistema telefónico de Radio Latacunga

Para poder identificar el estado actual de la red de telefonía de la Radio Latacunga se realizó una investigación en campo donde visualmente se identificó los equipos y posteriormente se realizó pruebas de los cables para verificar su estado y funcionamiento. De igual forma se identificó la ubicación de cada equipo telefónico, modelo y características de cada uno para tener mayor conocimiento sobre la situación en la que se encuentra todo el sistema telefónico, dicha información se encuentra detallada en la Tabla 1.

Tabla 1

Equipos del sistema de telefonía análoga de la Radio

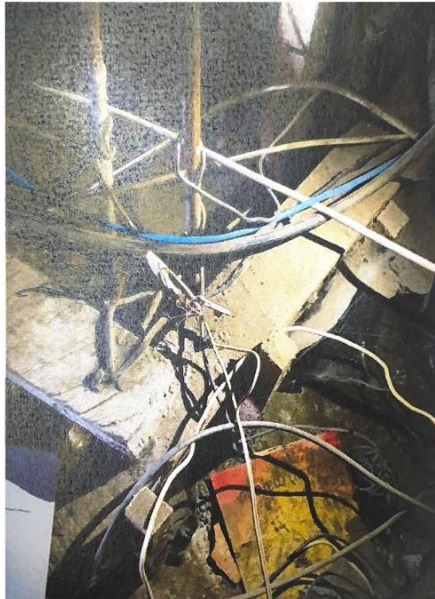
Equipos telefónicos	Modelo	Ubicación	Características
Central	Panasonic	Administración	Administrable.
Telefónica	KX-TA308BX	(Oficina de dirección)	Cuenta con 8 puertos RJ-45 Fast Ethernet con velocidad de 10/100
	Panasonic	Secretaria	Marcada y conversión a manos libres.
Teléfono -1	KX-T7730	(escritorio secretaria)	Fuentes de energía: 12 teclas programables. Fácil acceso a funciones de telefonía avanzadas.
	Panasonic	Secretaria	Posee un auricular
Teléfono -2	TS3	(Oficina de dirección)	Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular
	Panasonic	Secretaria	Posee un auricular
Teléfono -3	TS3	(alado de la secretaria)	Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular

Equipos telefónicos	Modelo	Ubicación	Características
Teléfono -4	Panasonic TS3	Edición y Producción (escritorio de encargado de mantenimiento)	Posee un auricular Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular
Teléfono -5	Panasonic TS3	Cabina Master AM	Posee un auricular Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular
Teléfono -6	Panasonic TS3	Estudio 1	Posee un auricular Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular
Teléfono -7	Panasonic TS3	Radio FM 102.1 (Oficina Don Patricio)	Posee un auricular Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular
Teléfono -8	Panasonic TS3	Bodega SAITEL oficina antigua	Posee un auricular Funciones esenciales para realizar llamadas Control de volumen del auricular

Nota. En esta tabla se puede observar los dispositivos que conforman el sistema de telefonía análoga actual de la Radio Latacunga

Cableado del sistema de telefonía análoga

Uno de los problemas que tiene la Radio con su sistema de comunicación telefónica es que la mayoría de sus cables telefónicos tienen empates sin protección, lo que a largo plazo podría producir cortes en el servicio o insatisfacción al momento de comunicarse tanto internamente como externamente con los usuarios y trabajadores de la entidad. Radio Latacunga cuenta con una centralita desordenada y sin ningún tipo de etiquetado, además, dos de los cables que se encuentran en la centralita tienen sus hilos separados en pares para la transmisión de voz de los teléfonos.

Figura 28*Cableado Telefónico*

Nota. En la figura se muestra como el cableado telefónico se encuentra en pésimas condiciones y sus empates sin protección

Figura 29*Central Telefónica*

Nota. En la figura se puede observar el mal estado de la central telefónica.

Para comprobar el estado del cableado telefónico se realizó reportes del mismo con la ayuda de un testing, en la tabla 2 se muestra las abreviaturas del cableado, y en la tabla 3 se obtiene las observaciones de cada uno de los cables que están conectados en cada área de la Radio Latacunga, además se puede apreciar el plano arquitectónico del cableado del sistema de telefonía analógica en la figura 30 y más detallada en el Anexo A.

Tabla 2

Abreviaturas del cableado telefónico

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
1. J(X)	Jack número (x)
2. PS	Punto suelto
3. T(X)	Teléfono número (x)
4. THT	Centralita "THOMPSON"
5. ADM	Área de administración
6. EDI	Área de edición y producción

Nota. En esta tabla se muestra las abreviaturas del cableado

Tabla 3

Etiquetado del cableado telefónico

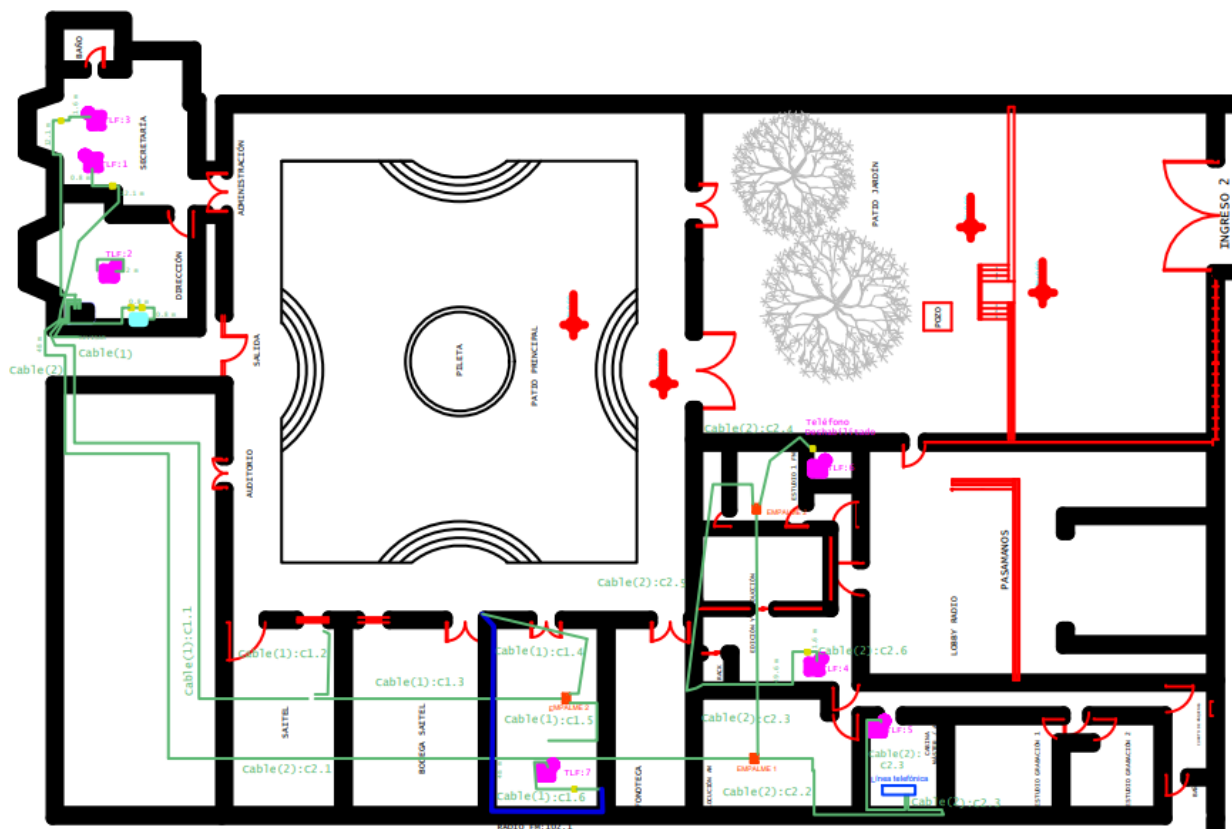
ETIQUETADO	SIGNIFICADO	INTEGRIDAD	DISTANCIA
1. ADM_T1_C1	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2=0.8m 3,6=0.8m 4,5=0.8m 7,8=0.8m	0.8 metros
2. ADM_T1_C2	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2=0 m 3,6=12.1m 4,5=12.1m 7,8=0m	12.1 metros
3. ADM_T2PS_C	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2=0 m 3,6=4 m 4,5=11.3 m 7,8=0 m	11.3 metros
4. ADM_T3_C1	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2=1.6 m 3,6= 1.6 m 4,5= 1.6 m	1.6 metros

ETIQUETADO	SIGNIFICADO	INTEGRIDAD	DISTANCIA
5. ADM_T3_C2	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2= 0m 3,6= 12.1 m 4,5= 12.1 m 7,8= 0 m	12.1 metros
6. ADM_THT_C1	Área de administración, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2= 0.8m 3,6= 0.8m 4,5= 0.8m 7,8= 0.8m	0.8 metros
7. EDI_T5J8_C	Área de Edición y Producción, test de los metros y estado de cable.	Hilos de cables: 1,2= 0 m 3,6= 0 m 4,5= 76.5 m 7,8= 0 m	76.5 metros

Nota. En la tabla se muestra la etiqueta de cómo se identifica al cable, área en donde se encuentra y la distancia a la que se encuentran de la central telefónica.

Figura 30

Plano arquitectónico de cableado telefónico análogo de la Radio Latacunga



Nota. En la figura se muestra el plano arquitectónico de cableado telefónico

En la actualidad la Radio Latacunga cuenta con un total de 7 teléfonos análogos y una central telefónica análoga que no es administrable, esta información se la puede apreciar en la Tabla 1, este tipo de sistema ambiguo limita la comunicación interna entre departamentos, debido a que sus líneas analógicas son más susceptibles a perturbaciones de la señal interfiriendo en la calidad y transmisión de voz y este tipo de tecnología ya es obsoleto, además que el cableado telefónico que se encuentra actualmente instalado en la Radio Latacunga consta con empalmes que no cuentan con la protección necesaria, ya que esta susceptible a daños naturales y roedores.

Por eso es importante que se implemente la tecnología VoIP ya que abre puertas hacia la modernización de las telecomunicaciones integrando servicios de voz y datos, que aportarán beneficios en ahorro de costos a corto y largo plazo, una flexibilidad y escalabilidad en la habilitación de nuevas extensiones de comunicación en caso de crecimiento de los departamentos, además de maximizar la productividad en las actividades y servicios de la Radio Latacunga.




Análisis y selección de equipos para la implementación del Sistema de Telefonía VoIP

Para poder implementar este sistema de telefonía IP se necesita de un servidor VoIP, para lo cual se podría utilizar una central IP ya con todas funciones de configuración para la telefonía IP y poder integrar dicho sistema a la red PSTN.

Adicionalmente, se puede levantar una central opensource basada en software y hardware libre, que cumple con la función de una central IP, con la ayuda de un sistema operativo se puede implementar una central con estas herramientas solo requiere de una conexión a la red LAN y equipos terminales. Por ello, se utilizó una microcomputadora ya que cumple con los recursos necesarios para funcionar como una centralita, para lo cual se realizó una tabla comparativa de las especificaciones técnicas de las diferentes alternativas de microcomputadoras, mismo que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Especificaciones técnicas de Raspberry Pi

	Pi 4 modelo B	Pi 3 modelo B+	Pi Zero W
Características			
CPU	1.5 GHz 4-Core Broadcom BCM2711	1.4 GHz 4-Core Broadcom BCM2837BO	1- GHz 1-Core Broadcom BCM2835
RAM	2/4/8 GB	1 GB	512 MB
Conectividad Inalámbrica	802.11 ac Bluetooth 5.0	802.11 ac Bluetooth 4.2 Ethernet	802.11n Bluetooth 4.1
Puertos E/S	2x USB 3.0 USB 2.0 1x Gigabit Ethernet 2x micro-HDMI	2x USB 2.0 HDMI 3.5 mm audio	1x micro USB 1x mini HDMI
Precio	\$167	\$130	\$60

Nota. Esta tabla indica las especificaciones técnicas de las Raspberry Pi.

Se considero tres de los modelos más actuales de Raspberry Pi, y se seleccionó la Raspberry Pi 4B por contar con una mejor conectividad inalámbrica, varios puertos y su mayor capacidad de memoria RAM teniendo en cuenta que se debe implementar un hardware más actual para que tenga compatibilidad con nuevas actualizaciones de software.




Una vez realizado el análisis y selección del equipo hardware del servidor Ip, se determinó que para mantener la disponibilidad permanente de conexiones VoIp lo más aconsejable es utilizar teléfonos físicos, sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes parámetros que debe cumplir el teléfono Ip:

- Conectividad de una o dos Líneas Telefónicas
- Calidad de Servicio (QoS)
- Compatibilidad con el Protocolo SIP
- Registro de Llamadas
- Llamadas en espera
- Disponibilidad de voz y audio HD (Códex de audio)
- Buena visibilidad de pantalla.
- Conectividad cableada o inalámbrica

Para lo cual se comparó las características específicas de tres modelos diferentes de teléfonos Ip que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Características técnicas de teléfonos Ip

	Grandstream GRP2601P	Cisco CP-7821-K9	Panasonic Nt511
Características			
Número de líneas	2 SIP 2 líneas	2 líneas SIP	1 línea
Display	LCD de 132 x 48 (2.21")	LCD 384 x 106 píxeles	LCD
Altavoz	Full dúplex	Dúplex	Full dúplex
Puertos	Dos puertos ethernet conmutados de 10/100 Mbps	Dos puertos ethernet de 10/100 Mbps)	Dos puertos ethernet de 10/100 Mbps)
Soporte de códecs	G.729A/B, G.711μ/a-law, G.726, G.722 (banda ancha), G.723, iLBC	G.711a/μ, G.722, G.729a, iLBC	G.711a/μ


Nota. Esta tabla muestra las especificaciones técnicas de los teléfonos Ip.

Teniendo en cuenta las características técnicas se seleccionó el teléfono Ip GRANDSTREAM GRP2601P, que cumple con todos los requerimientos específicos de la Radio Latacunga, ya que es un modelo elegante y esencial de dos líneas, que permite disponer de múltiples características como la transferencia e identificación de llamadas además tiene soporte a códecs de audio como el G.711μ/a y compatibilidad con el G.722 que es códec de ancho de banda, se puede decir que este modelo cumple con las funcionalidades básicas de escritorio como también está diseñado para su fácil implementación en empresas.

Además, para complementar la parte de software del Sistema de Telefonía Ip de la Radio Latacunga se seleccionó tres de las aplicaciones multiplataforma más utilizadas, ya que podrán servir como softphones o software que simulan un teléfono Ip, esta comparación de características se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6

Características de softphones

Aplicaciones	Características
LINPHONE 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación gratuita de voz, video y chat • Soporta más de una llamada • Multiplataforma • Conexiones SIP
VOIPSTUDIO 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización y recepción de llamadas • Comunicaciones unificadas • Complemento web de chat externo • Conexiones SIP • Contactos
ZOIPER 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones SIP • Respuesta de voz interactiva (IVR) • Controles y permiso de acceso • Comunicaciones unificadas • Creación de informes/análisis

Nota. Esta tabla muestra las características que presentan las aplicaciones de softphone.

En base a la comparación y el análisis que se realizó se pudo definir que el software de ZOIPER es compatible con la mayoría de los proveedores de servicio VoIp y PBX, y es un software multiplataforma que funciona correctamente en ordenadores con Windows, Linux o Mac Os X, teléfonos Android y Apple, además que es fácil de configurar y muestra flexibilidad al momento de recibir y realizar llamadas fuera de la oficina.

Para finalizar y proporcionar una solución centralizada a las necesidades de la entidad se determinó ciertas especificaciones que debe tener el software libre de acuerdo a la Raspberry Pi antes seleccionada, estas especificaciones son las siguientes:

- Llamadas Simultáneas
- Escalabilidad del Sistema
- Compatibilidad con códecs de audio y video
- Acceso por control de contraseñas a usuario y administrador
- Cuentas y extensiones troncales SIP
- Grabación de Llamadas
- Restricción de Llamadas
- Transferencia e identificación de Llamadas
- Capas de IVR (Respuesta de Voz Interactiva)
- Calidad de servicio (QoS)

Después de varios análisis se llegó a la conclusión de que existen dos versiones de sistemas operativos de software libre tienen compatibilidad con el dispositivo hardware seleccionado, se realizó una comparación entre estos dos sistemas operativos tal y como se muestra en la tabla 7, finalmente se escogió Asterisk porque es un sistema operativo fácil de usar tanto para el usuario como para el administrador, ideal para familiarizarse con centralitas Ip.

Tabla 7

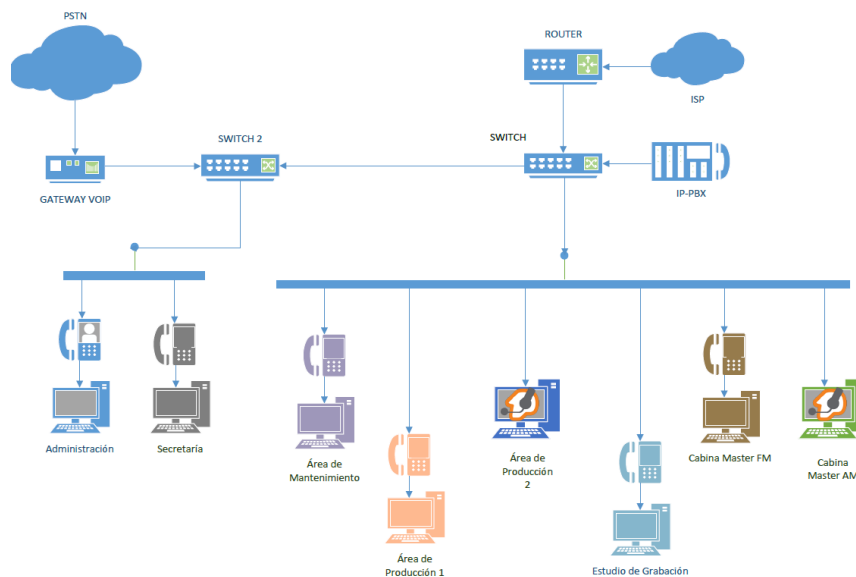
Características de sistemas operativos de software libre

Sistemas Operativos	Características
<p>ASTERISK</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración con CRM's Vtige, Sugar y otros softwares • Grabación de llamadas entrantes y salientes • Recepcionista digital inteligente (IVR) • Enrutamiento de llamadas • Soporte de protocolos SIP • Control de llamadas • Conexiones remotas y troncales a extensiones Integración con cualquier troncal digital o análoga • Calidad de servicio QoS • IVR configurable • Grabación de llamadas
<p>ELASTIX</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de videófonos • Servidor DHCP • Calidad de servicio QoS • Parqueo de llamadas • Soporte SIP • Identificación de llamadas • Troncalización • Soporte para interfaces análogas

Nota. Esta tabla indica las diferentes características del sistema operativo compatible con la Raspberry Pi.

Diseño e instalación del cableado estructurado de telefonía Ip

Para la distribución y conexión de los dispositivos de comunicación en cada una de las oficinas y estudios de grabación, se realizó el diseño de la siguiente topología que se muestra en la figura 31, este diseño ayudo para la planificación de la infraestructura de red del sistema de Telefonía Ip.

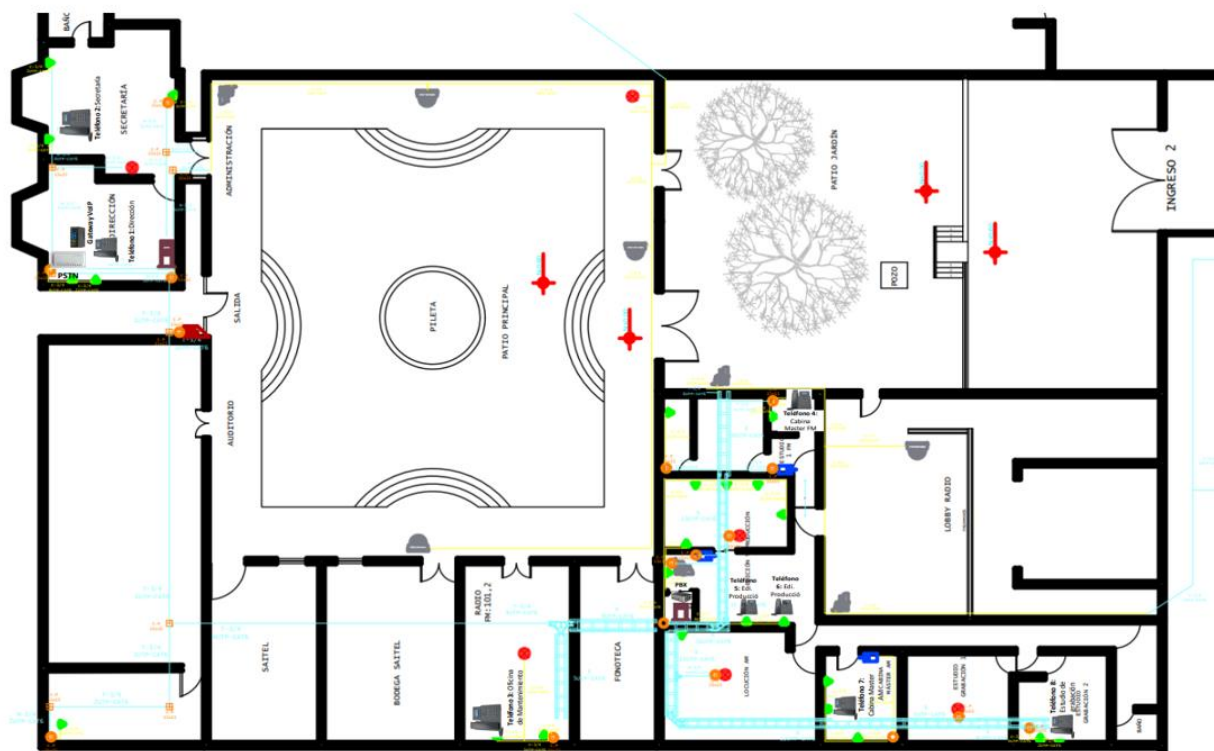
Figura 31*Topología de red*

Nota. En esta figura se puede apreciar el diseño de la topología de red.

Para la instalación del cableado estructurado y los puntos de red en donde van a ser colocados cada uno de los teléfonos Ip, se siguió la planificación y diseño que se muestra en la figura 32, y para mejor visualización se lo puede mirar en el Anexo B. Luego de haber planificado el diseño del cableado se procedió a su instalación desde el rack de comunicaciones hasta la ubicación de cada uno de los teléfonos Ip, siguiendo los estándares y normativas vigentes de acuerdo a la categoría de cable que va a ser utilizado en este caso el cable UTP categoría 6, este proceso de instalación se lo puede evidenciar en la figura 33.

Figura 32

Diagrama del cableado estructurado



Nota. En esta figura se puede evidenciar la planificación y diseño del cableado estructurado para cada uno de los puntos de red requeridos para el sistema de telefonía Ip.

Figura 33

Instalación del cableado estructurado para el sistema de telefonía Ip



Nota. Esta figura muestra el proceso de instalación del cableado estructurado desde el Rack de comunicaciones hacia la ubicación de cada uno de los teléfonos Ip.

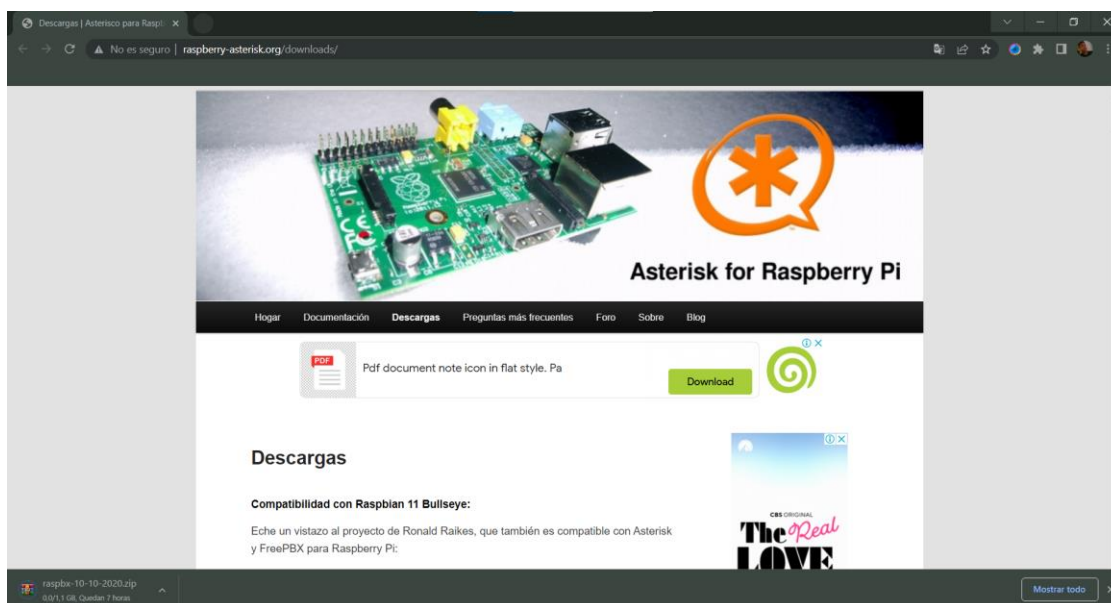
Instalación del Sistema Operativo en la memoria SD de la Raspberry Pi

Para la instalación del sistema operativo en la Raspberry Pi, se debe recalcar y tener en consideración que este dispositivo cuenta con una capacidad y características limitadas diferentes a las de un computador convencional, adicional Raspberry Pi Foundation permite instalar una gran variedad de Sistemas Operativos en su memoria SD, a parte del sistema Raspberry Pi OS que viene instalado por defecto.

Posteriormente, se procedió a la descarga del instalador de la imagen ISO del sistema operativo de Asterisk for Raspberry que se encuentra en la siguiente página web <http://www.raspberry-asterisk.org/downloads/> que se muestra en la figura 34, en donde se puede observar dos opciones de descarga, en este caso se seleccionó la opción de HHTP y se esperó hasta que finalice la descarga.

Figura 34

Página principal de descargas de Asterisk



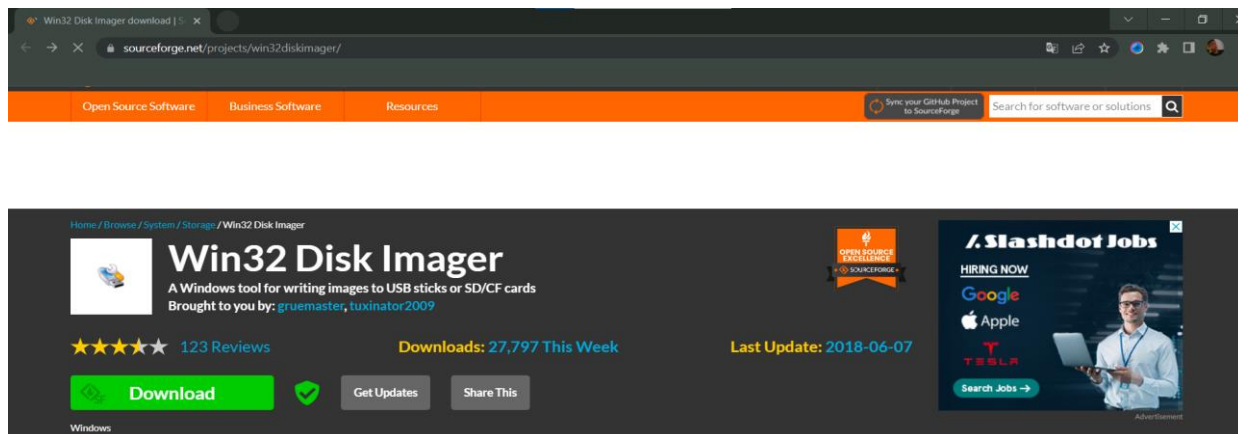
Nota. La figura muestra la página oficial de descarga de Asterisk for Raspberry.

Instalación del Software Win32 Disk Imager

Teniendo en cuenta que Win32 Disk Imager es un software de código abierto que permite grabar imágenes ISO en memorias USB o en tarjetas SD, a través de la creación de un lector de disco virtual, se procedió a descargarlo en la página web que se muestra a continuación <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/> ya que este software servirá para el montaje del sistema operativo en la Raspberry Pi, tal y como se puede observar en la figura 35.

Figura 35

Página de descarga de Win32 Disk Imager

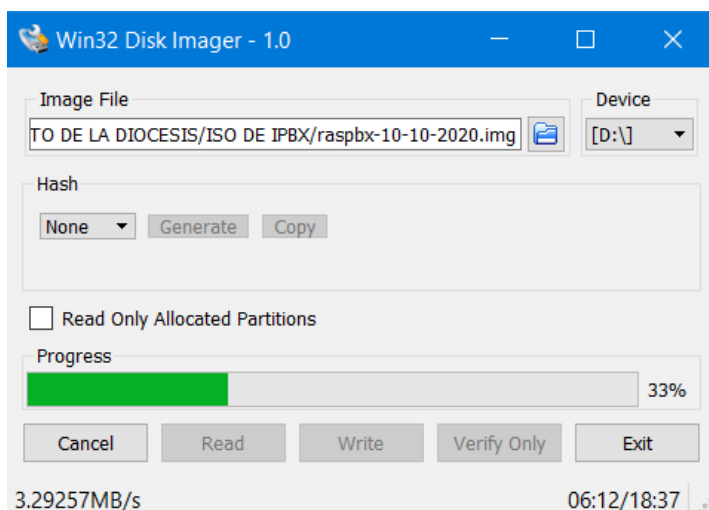


Nota. La figura muestra la página de descarga del software de Win32 Disk Imager.

Una vez que ya se instaló el software de Win32 Disk Imager, se abrirá y se seleccionará la imagen ISO de Asterisk antes descargada tal y como se muestra en la figura 36, en la opción **Device** se elegirá la tarjeta SD que con anterioridad se colocó en el ordenador. Luego de haber completado lo anterior de debe dar clic en **write** para que el software pueda grabar la imagen ISO en la memoria SD.

Figura 36

Elección de la imagen ISO y memoria SD



Nota. La figura muestra el proceso de grabación de la imagen ISO en la memoria SD.

Instalación de la Raspberry Pi en el Rack de comunicaciones

Una vez que el proceso ha culminado se dio clic en **exit**, se retiró la tarjeta SD del computador y se insertó en la ranura SD de la Raspberry, luego se colocó el dispositivo en el Rack de comunicaciones para poder así encenderlo y conectarlo a la red local de la Radio, ya finalizada esta conexión se encenderá y empezará a correr el sistema operativo de Asterisk, tal y como se muestra en la figura 37.

Figura 37

Conexión de la Raspberry en el Rack de comunicaciones

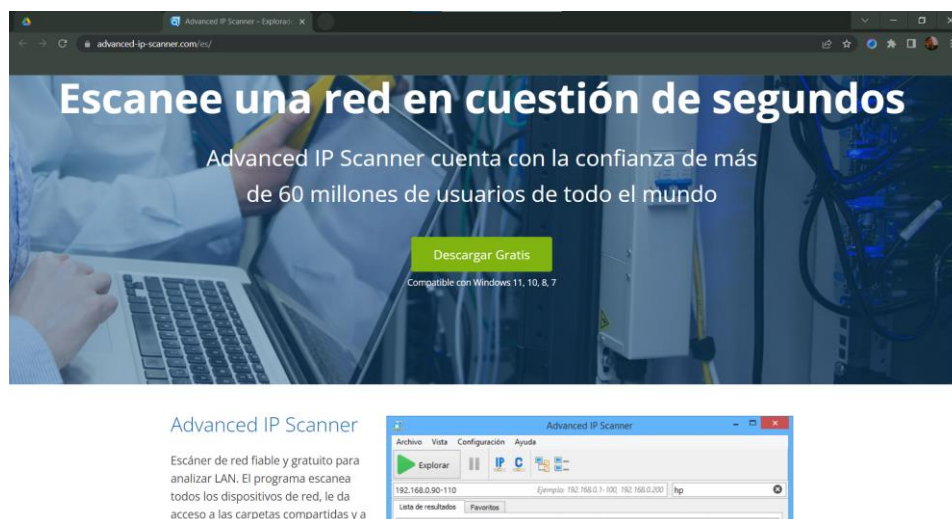


Nota. En la figura se puede observar el proceso de conexión de la Raspberry en el Rack de comunicaciones.

Para poder encontrar la dirección Ip que fue asignada por DHCP, se utilizó el programa Advanced Ip Scanner que se muestra en la figura 38, la cual permitirá localizar de forma rápida y sencilla la dirección Ip de todos los dispositivos que se encuentran conectados a la red de la Radio Latacunga, esta aplicación se la puede obtener en la siguiente página de descarga <https://www.advanced-ip-scanner.com/es/>.

Figura 38

Página de descarga de Advanced Ip Scanner



Nota. Esta figura muestra la página de descarga de Advanced Ip Scanner.

Una vez que ya se instaló y se inicializó el programa, se colocó el rango de direcciones Ip en el que se está trabajando para así explorar los dispositivos que se encuentran conectados, se desplegará un listado en donde se observará el nombre, dirección Ip y MAC, en este caso debemos localizar el nombre de **RASPBX** ya que se utilizará esta dirección para la configuración del Servidor VoIp tal y como se observa en la figura 39.

Figura 39

Lista de dispositivos que se encuentran conectados a la Red

The screenshot shows the Advanced IP Scanner software interface. The window title is "Advanced IP Scanner". The menu bar includes "Archivo", "Vista", "Configuración", and "Ayuda". The toolbar has a "Detener" button and icons for "IP" and "C". The search field contains the IP range "192.168.1.0-192.168.1.90". Below the search field, there is a "Lista de resultados" (Results list) and a "Favoritos" (Favorites) section. The results list is a table with the following columns: Estado, Nombre, IP, Fabricante, Dirección MAC, and Comentarios. The row for "RASPBX" is highlighted.

Estado	Nombre	IP	Fabricante	Dirección MAC	Comentarios
	Lab-Com	192.168.1.1	HUAWEI TECHNOLO...	50:1D:93:7F9C:6D	
	192.168.1.3	192.168.1.3		BE:B2:E5:2D:AC:C6	
	192.168.1.4	192.168.1.4	Samsung Electronics ...	88:75:98:58:A5:D9	
	192.168.1.5	192.168.1.5		5A:42:FA:34:D3:D1	
	192.168.1.6	192.168.1.6		B6:A8:87:13:A3:CB	
	ERICK	192.168.1.7	Intel Corporate	FC:44:82:83:18:91	
	192.168.1.10	192.168.1.10	AzureWave Technolo...	80:91:33:E8:56:55	
	ERICK	192.168.1.21	ASIX Electronics Corp...	F8:E4:3B:00:93:8F	
	RASPBX	192.168.1.22	Raspberry Pi Trading ...	E4:5F:01:2C:7A:1C	
	192.168.1.23	192.168.1.23	PCS Systemtechnik G...	08:00:27:C9:9A:A1	
	192.168.1.24	192.168.1.24		9E:EA:23:C0:31:E8	
	192.168.1.63	192.168.1.63	Intel Corporate	FC:44:82:83:18:91	

Nota. En esta figura se observa un listado de las direcciones Ip de los dispositivos que se encuentran conectados en la red.

Inicio de sesión y configuración básica del Servidor de Asterisk

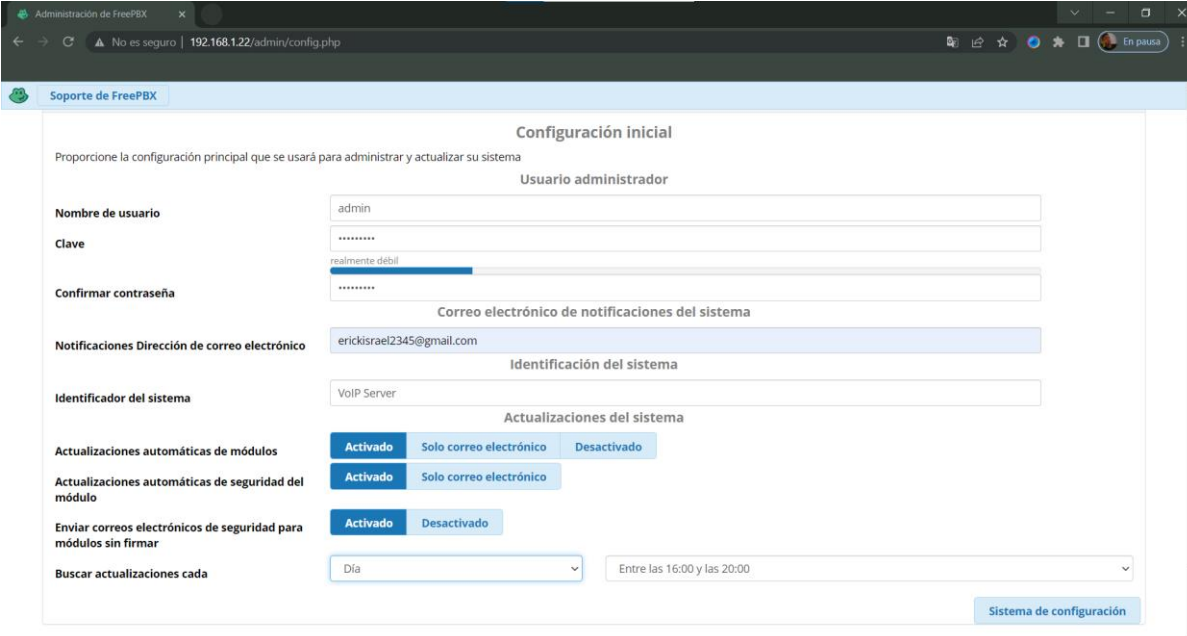
Una vez que ya se detectó la dirección Ip de la Raspberry Pi, se debe ingresar dicha dirección a un navegador web de preferencia, en donde se debe mostrar la interfaz gráfica de FreePBX Administration, en donde se ingresará un correo electrónico y se asignará el usuario y contraseña que se muestra a continuación para la administración del Servidor Asterisk, tal y como se muestra en la figura 40.

Usuario: admin

Contraseña: radiol123

Figura 40

Configuración de las credenciales del Administrador del Servidor



The screenshot shows the 'Configuración inicial' (Initial Configuration) page in the FreePBX Administration interface. The page is titled 'Configuración inicial' and includes the following sections and fields:

- Usuario administrador:** A section for setting the administrator user credentials.
 - Nombre de usuario:** Input field containing 'admin'.
 - Clave:** Password input field containing 'realmente débil'.
 - Confirmar contraseña:** Password confirmation input field containing 'realmente débil'.
- Correo electrónico de notificaciones del sistema:** Input field containing 'erickisrael2345@gmail.com'.
- Identificación del sistema:** Input field containing 'VoIP Server'.
- Actualizaciones del sistema:** A section with three toggle buttons: 'Activado' (selected), 'Solo correo electrónico', and 'Desactivado'.
- Actualizaciones automáticas de seguridad del módulo:** A section with two toggle buttons: 'Activado' (selected) and 'Solo correo electrónico'.
- Enviar correos electrónicos de seguridad para módulos sin firmar:** A section with two toggle buttons: 'Activado' (selected) and 'Desactivado'.
- Buscar actualizaciones cada:** A section with a dropdown menu set to 'Día' and a time range input field set to 'Entre las 16:00 y las 20:00'.

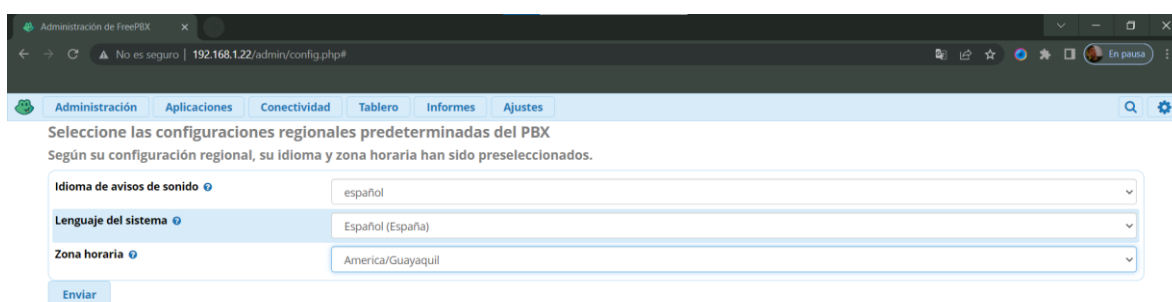
A 'Sistema de configuración' button is located at the bottom right of the form.

Nota. En esta figura se observa la configuración de usuario y contraseña del administrador del Servidor Asterisk.

Una vez terminada la configuración del administrador, se procede a ingresar a la opción de **FreePBX Administration** en donde se ingresará las credenciales del administrador antes configuradas, seguido se desplegará una pestaña en donde se establecerá el idioma y zona horaria del Servidor Asterisk, finalmente se dio clic en **Submit** tal y como se observa en la figura 41.

Figura 41

Configuración de idioma y zona horaria de Servidor Volp



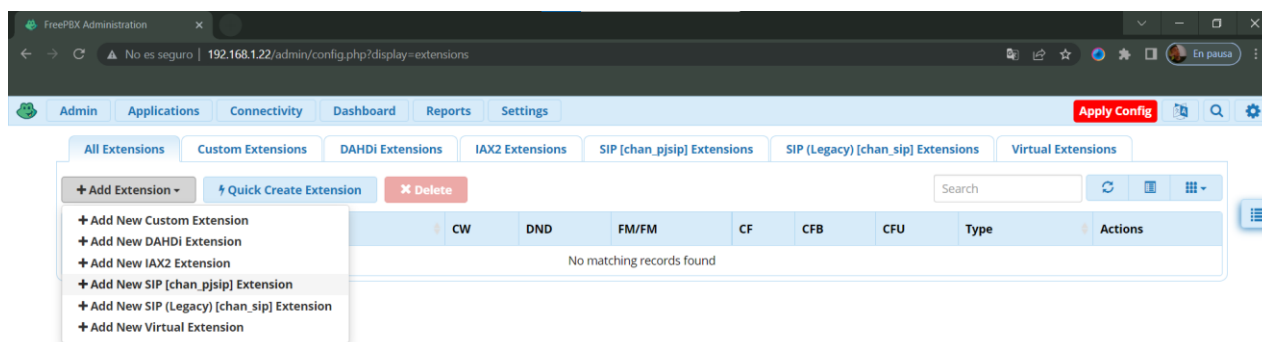
Nota. Esta figura detalla la configuración del idioma y zona horaria del Servidor de Telefonía IP.

Configuración de Extensiones para los teléfonos Ip

Luego que se haya desplegado la pantalla principal de consola, se debe seleccionar en la barra de superior la opción de **Applications**, se desplegará una pestaña de opciones en donde se debe elegir **Extensions**, seguido se debe dar clic en **Add Extensions** para crear las extensiones, luego se debe elegir la opción de **Add New SIP [chan-pjsip] Extension**, que es una de las opciones más habituales para crear extensiones, tal y como se puede observar en la figura 42.

Figura 42

Menú de opciones para crear las extensiones



Nota. En esta figura se puede visualizar varias opciones que permiten la creación extensiones.

Una vez creada la extensión se podrá visualizar varios campos que se deben completar como el usuario de la extensión, el nombre que se mostrará en pantalla y la contraseña, tal y como se observa en la figura 43, seguidamente y teniendo en cuenta los departamentos y puestos de trabajo de la Radio Latacunga se procedió a la configuración de varias extensiones, además para guardar los cambios en las extensiones del servidor se debe dar clic en **Apply Config**, como se muestra en la figura 44.

Figura 43

Configuración de usuario y contraseña de las extensiones

FreePBX Administration

192.168.1.22/admin/config.php?display=extensions&extdisplay=103

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings Apply Config

Extension: 103

General Voicemail Advanced Pin Sets

— Edit Extension

This device uses PJSIP technology listening on Port 5060 (UDP), Port 5060 (TCP), Port 5060 (TLS - this is a NON STANDARD port)

Display Name

Outbound CID

Emergency CID

Secret Really Weak

Submit Reset Delete

Nota. Esta figura se puede mirar la configuración de varios campos de las extensiones.

Figura 44

Registro de extensiones

Administración de FreePBX

192.168.1.22/admin/config.php?display=extensions

Administración Aplicaciones Conectividad Tablero Informes Ajustes

Todas las extensiones Extensiones personalizadas Extensiones DAHDI Extensiones IAX2 Extensiones SIP [chan_pjsip] Extensiones SIP (heredadas) [chan_sip] Extension

+ Agregar extensión Extensión de creación rápida Borrar Búsqueda

	Extensión	Nombre	CW	No molestar	FM/FM	FC	CFB	UFC	Escribe	Comportamiento
<input type="checkbox"/>	100	IVR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	101	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	102	Secretaría y Recepción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	103	En g. Aldana (Mantenimiento)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	104	produccion 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	105	produccion 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	106	Cabina Master AM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	107	Cabina Master FM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	108	estudio de grabacion	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bebe	<input type="text"/> <input type="text"/>

Mostrando 1 a 9 de 9 filas

Nota. Esta figura muestra el registro de las extensiones de los puestos de trabajo de la Radio Latacunga.

Configuración de Teléfonos Ip

Una vez que se realizó las configuraciones básicas en el servidor de Asterisk, se procedió a configurar la Vlan de voz en los teléfonos.

Para ello en el menú del teléfono se ingresó a los ajustes y luego a los ajustes de red, una vez en los ajustes de red se escogió la opción de **VLAN Settings**, dentro de dicha opción se van a configurar 7 partes, que representan los protocolos **CDP/LLDP** que son protocolos de red que trabajan a nivel 2 y se utiliza para recibir y transmitir información. Por defecto estos dos protocolos vienen habilitados.

Figura 45

VLAN Settings



Nota. Esta figura detalla el ingreso a la configuración de Vlan

Figura 46

Habilitación de los protocolos CDP/LLDP



Nota. En la imagen se puede observar que los dos protocolos CDP y LLDP se encuentran habilitados

La siguiente parte por configurar es el intervalo de transmisión de la trama **LLDP** que por defecto vino 60 segundos, también se habilitó la configuración manual de Vlan. En **Layer2 QoS 802.1Q/VLAN** se colocó el número de Vlan que corresponde a la Vlan de voz que en este caso sería el número **20**.

Finalmente, en el **Layer 2 QoS 802.1p priority** se colocó el número 2 y se habilitó DHCP, para que se asigne una IP automática al teléfono.

Figura 47

Configuración del intervalo de transmisión LLDP



Nota. Se configuró el intervalo de transmisión LLDP y se habilitó la configuración manual de Vlan

Figura 48

Configuración de la Vlan de Voz



Nota. Se colocó el número de Vlan y el nivel de prioridad de calidad de servicio

Figura 49

Habilitación de DHCP de la VLAN



Nota. Para que se asigne automáticamente una IP al teléfono se habilitó DHCP.

Para la configuración de los teléfonos es necesario identificar la dirección Ip que fue asignada, para lo cual se ingresó al menú de opciones del teléfono y se revisó el estado de la red, ahí se podrá verificar la dirección Ip del dispositivo una vez encendido y conectado a una red local. Una vez que se identifique la Ip, se procede a ingresar la dirección Ip del teléfono en el navegador web de preferencia, luego se presentará la interfaz de configuración de los teléfonos, donde se solicitará un usuario y contraseña, el usuario por defecto será **admin** y la contraseña se la puede observar en una etiqueta que lleva el dispositivo en su parte trasera, como se muestra en la figura 50, esta contraseña varía de acuerdo al dispositivo.

Figura 50

Contraseña de los teléfonos Ip



Nota. En esta figura se puede observar la etiqueta del dispositivo que muestra la contraseña.

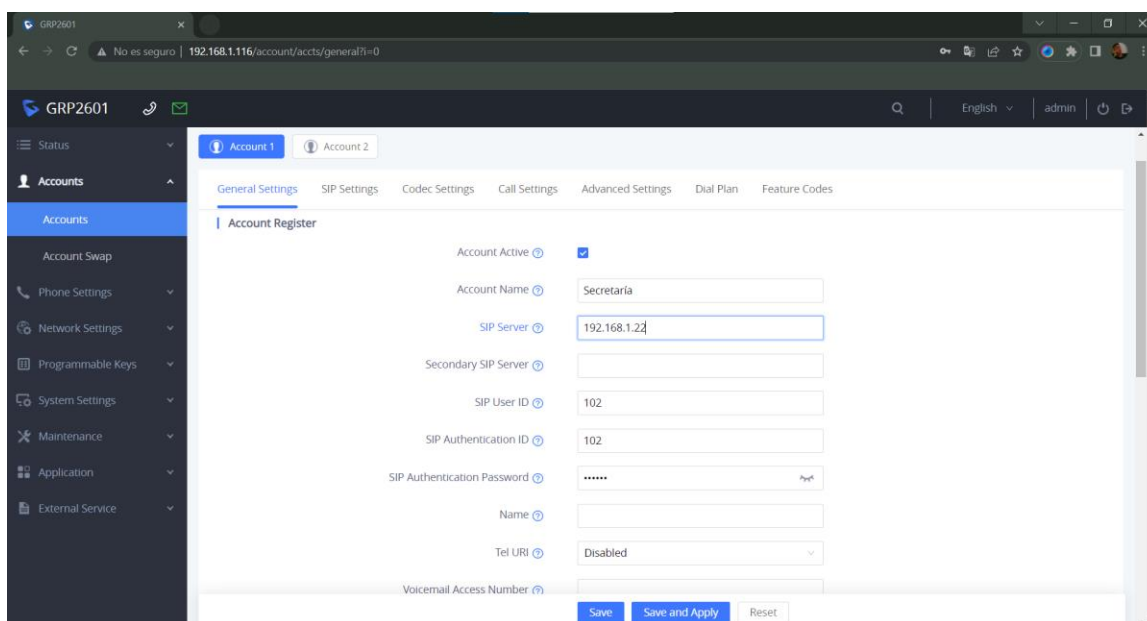
Una vez que ya se ingresó el usuario y contraseña se debe dar clic en **Modify**, la primera pantalla que se visualizará será la de **Account Status** y en la parte izquierda se podrá observar una barra lateral con diversas funciones de configuración, para la asignación de la extensión en cada uno de los teléfonos se debe ingresar a la opción de **Accounts**, en donde se desplegará una ventana de configuración, donde solicitará los siguientes datos para el registro de la extensión:

- Account Active
- Account Name
- SIP Server
- SIP User ID
- SIP Authentication ID
- SIP Authentication Password

En el campo de **SIP Server** se debe ingresar la dirección IP del Servidor, en el apartado de **SIP User ID** se deberá introducir el número o identificador de cada una de las extensiones tal y como se registraron en el Servidor, en la parte de **SIP Authentication Password** se pondrá la contraseña tal y como se muestra en la figura 51, este proceso se debe realizar en cada uno de los teléfonos Ip, finalmente se debe guardar los cambios y se podrá visualizar que la cuenta SIP ya está activada tal y como se observa en la figura 52.

Figura 51

Asignación de extensión en el teléfono Ip



The screenshot displays the 'Account Register' configuration page for 'Account 1' in the GRP2601 web interface. The page is titled 'Account Register' and features a sidebar with navigation options like 'Status', 'Accounts', 'Account Swap', 'Phone Settings', 'Network Settings', 'Programmable Keys', 'System Settings', 'Maintenance', 'Application', and 'External Service'. The main content area contains the following fields and values:

- Account Active:
- Account Name: Secretaria
- SIP Server: 192.168.1.22
- Secondary SIP Server: (empty)
- SIP User ID: 102
- SIP Authentication ID: 102
- SIP Authentication Password: (masked with dots)
- Name: (empty)
- Tel URI: Disabled
- Voicemail Access Number: (empty)

At the bottom of the form, there are three buttons: 'Save', 'Save and Apply', and 'Reset'.

Nota. En esta figura se muestra todos los datos que se deben ingresar para asignar cada una de las extensiones.

Figura 52

Cuenta activada en el teléfono Ip



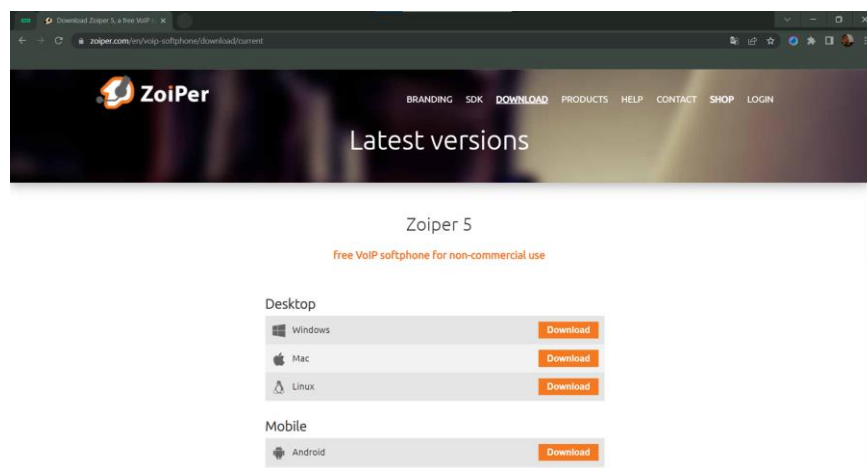
Nota. Esta figura detalla que la cuenta SIP fue asignada de manera correcta.

Configuración de Softphones

Una vez que ya se configuraron los teléfonos Ip y para complementar la parte de software libre del sistema de telefonía, se procedió a instalar la aplicación de Zoiper en cada puesto de trabajo que no consta con un teléfono fisco, teniendo en cuenta que esta aplicación se basa en el protocolo SIP y que cuenta con varias versiones con soporte de software y algunas características que lo hacen muy esencial como es el chat de audios y gestión de contactos, esta aplicación se la puede descargar en el siguiente portal web de descarga <https://www.zoiper.com/en/voip-softphone/download/current>, tal y como se muestra en la figura 53.

Figura 53

Página de descarga de Zoiper multiplataforma

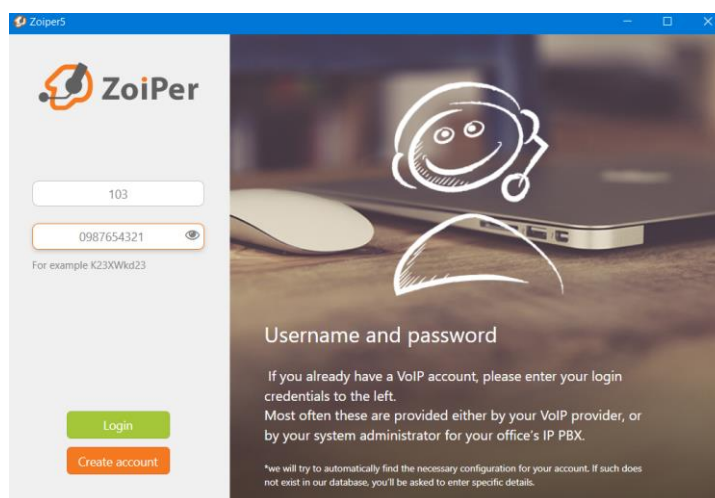


Nota. En esta figura se puede observar la página de descarga de Zoiper multiplataforma.

Luego que ya se instaló correctamente la aplicación, se desplegará una ventana en la que se solicita **Username** y **password**, en estos campos se deberá ingresar la extensión y su contraseña que fueron configuradas en el Servidor, tal y como se observa en la figura 54. Luego de haber ingresados los datos se debe dar clic en **login** y se desplegará una pestaña en donde se ingresará la dirección Ip del Servidor Voip, finalmente se dará clic en continuar, como se aprecia en la figura 55.

Figura 54

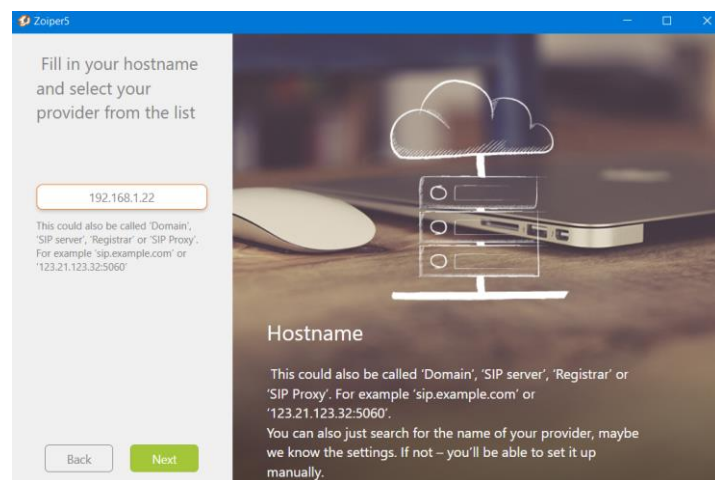
Registro de la extensión en Zoiper Multiplataforma



Nota. En esta figura se puede mirar el registro de los datos de la extensión en la aplicación Zoiper Multiplataforma.

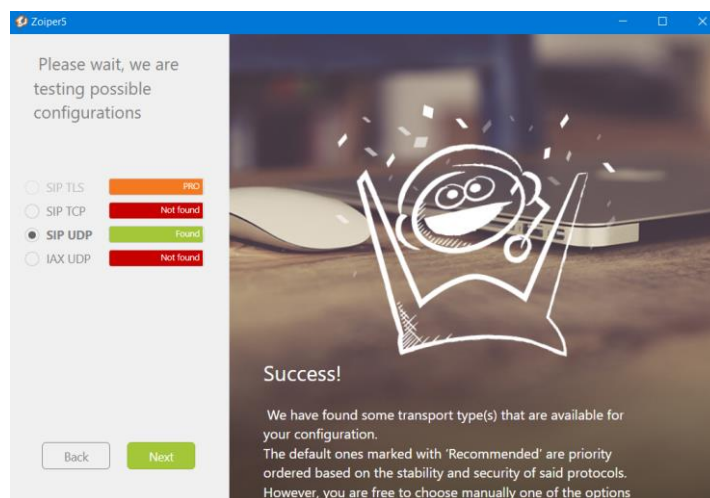
Figura 55

Registro de la dirección Ip del Servidor

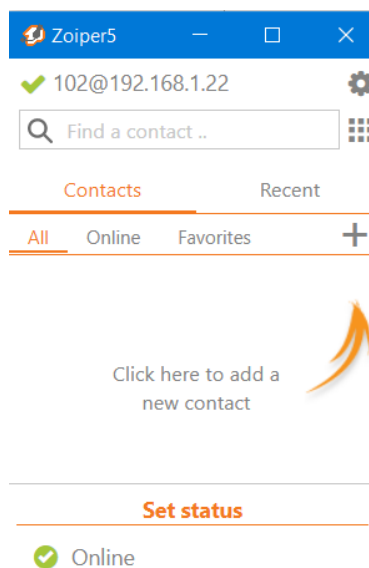


Nota. Esta figura detalla el ingreso de la dirección Ip del Servidor Voip en la aplicación de Zoiper.

Seguidamente se desplegará una ventana en la que se deberá elegir la configuración **SIP UDP**, como se muestra en la figura 56, luego se deberá dar clic en continuar y automáticamente se mostrará la cuenta SIP y la extensión de forma activa, este procedimiento se lo puede observar en la figura 57.

Figura 56*Configuración de SIP UDP*

Nota. Esta figura demuestra el proceso de selección de la configuración SIP UDP en la aplicación de Zoiper.

Figura 57*Cuenta SIP activada*

Nota. Esta figura detalla que la cuenta SIP fue activada.

Configuración de IVR

Luego de haber configurado los teléfonos Ip, se debe crear y guardar una extensión adicional que va a ser asignada al IVR tal y como se muestra en la figura 58, a continuación en la pestaña de administrador y en la opción de grabaciones del sistema, en esta opción se podrá agregar todos los audios de la configuración de los de IVRs, para esto se debe llenar los campos que solicitan como es el nombre del IVR, una descripción, además se debe seleccionar el audio que previamente a la configuración fue grabado tal y como se observa en la figura 59, adicionalmente se debe crear los demás menús de IVR siguiendo los pasos que fueron mencionados anteriormente, se debe dar clic en guardar y aplicar configuración.

Figura 58

Configuración de extensión para el IVR



Administración de FreePBX

No es seguro | 192.168.1.22/admin/config.php?display=extensions&extdisplay=100

Administración | Aplicaciones | Conectividad | Tablero | Informes | Ajustes

Extensión: 100

General | Mensaje de voz | Avanzado | Juegos de pasadores

—Editar extensión

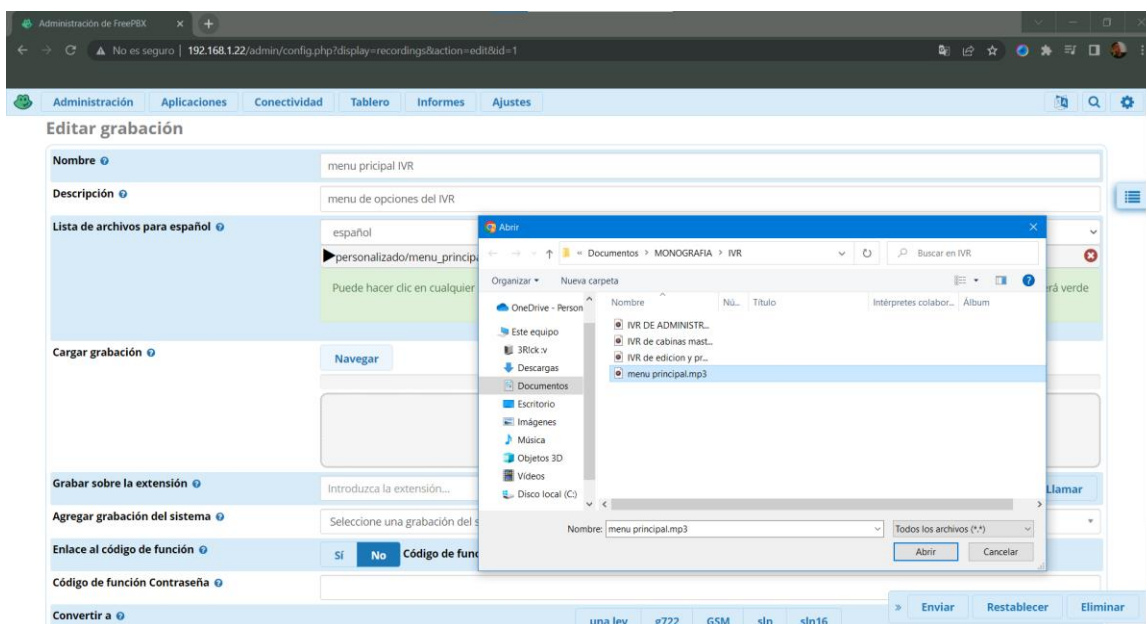
Este dispositivo utiliza la tecnología PJSIP para escuchar en el puerto 5060 (UDP)

Nombre para mostrar	IVR
CID saliente	
CID de emergencia	
Secreto	0987654321

Nota. Esta figura da a conocer la configuración de la extensión para IVR.

Figura 59

Grabaciones del Sistema



Nota. En esta figura se puede evidenciar las grabaciones de audio que se van a utilizar en los IVR.

Una vez que ya se agregaron todas las grabaciones del sistema, en el apartado de aplicaciones se debe crear los grupos de timbrado con su respectiva extensión para que puedan ser usadas en los menús de los IVR, a continuación, se debe llenar los campos solicitados como el número del grupo de timbrado, la descripción del grupo. También se debe seleccionar la extensión correspondiente al grupo de timbrado y en caso de que la llamada no tenga respuesta se debe seleccionar la opción de terminar llamada, los mismo se debe realizar en todos los grupos de timbrado, tal y como se detalla en la figura 60, finalmente se debe dar clic en guardar y aplicar cambios, los grupos de timbrado que fueron creados se los puede ver en la figura 61.

Figura 60

Configuración de grupos de timbrado

Nota. En esta figura se puede evidenciar los campos solicitados para la creación de los grupos de timbrado.

Figura 61

Grupos de Timbrado

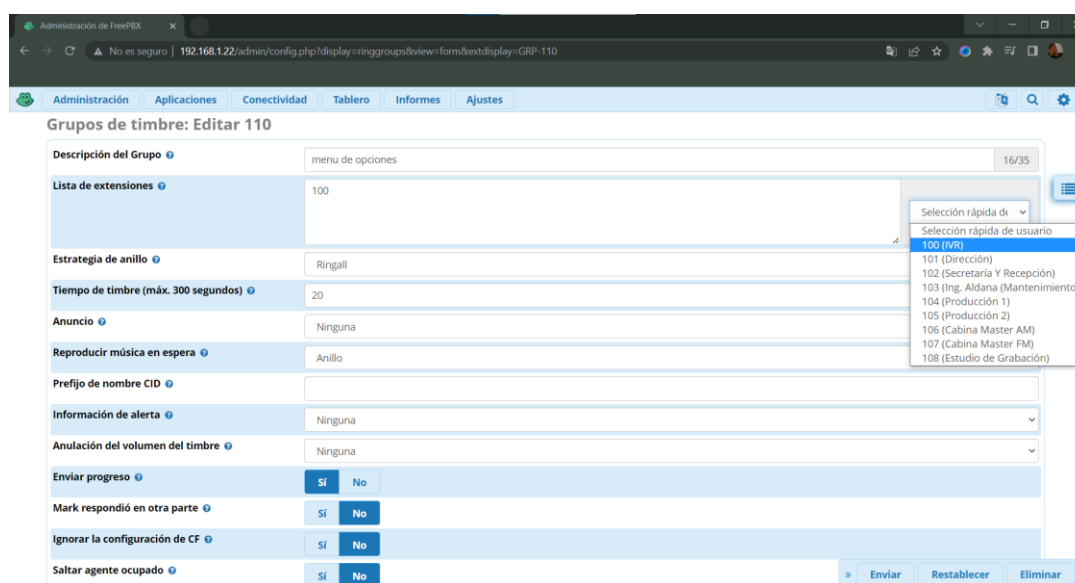
Grupo de anillo	Descripción	Comportamiento
1	area de administracion-direccion	
2	area de administracion-secretaria	
3	area de mantenimiento	
4	area de edicion-produc-1	
5	area de edicion-produc-2	
6	area de cabinaMaster-Cab-AM	
7	area de cabinaMaster-Cab-FM	
8	Área de estudios de grabación	
110	menú de opciones	

Nota. En esta figura se puede observar los grupos de timbrado.

Luego se debe crear un grupo de timbrado que va a estar dirigido al IVR del menú principal, teniendo en cuenta que se debe asignar la extensión del IVR que fue creada con anterioridad como se observa en la figura 62, en este grupo de timbrado se debe asignar un IVR principal, para lo cual se debe dar clic en asignar IVR, y se debe llenar los campos solicitados como el nombre, descripción y seleccionar el audio que va acorde con este menú, además se debe colocar los dígitos que al marcar direccionen a un grupo de timbrado, como se muestra en la figura 63.

Figura 62

Creación de grupo de timbrado del IVR



Administración de FreePBX

192.168.1.22/admin/config.php?display=ringgroups&view=form&extdisplay=GRP-110

Administración | Aplicaciones | Conectividad | Tablero | Informes | Ajustes

Grupos de timbre: Editar 110

Descripción del Grupo: menu de opciones 16/35

Lista de extensiones: 100

Estrategia de anillo: Ringall

Tiempo de timbre (máx. 300 segundos): 20

Anuncio: Ninguna

Reproducir música en espera: Anillo

Prefijo de nombre CID:

Información de alerta: Ninguna

Anulación del volumen del timbre: Ninguna

Enviar progreso: Sí No

Mark respondió en otra parte: Sí No

Ignorar la configuración de CF: Sí No

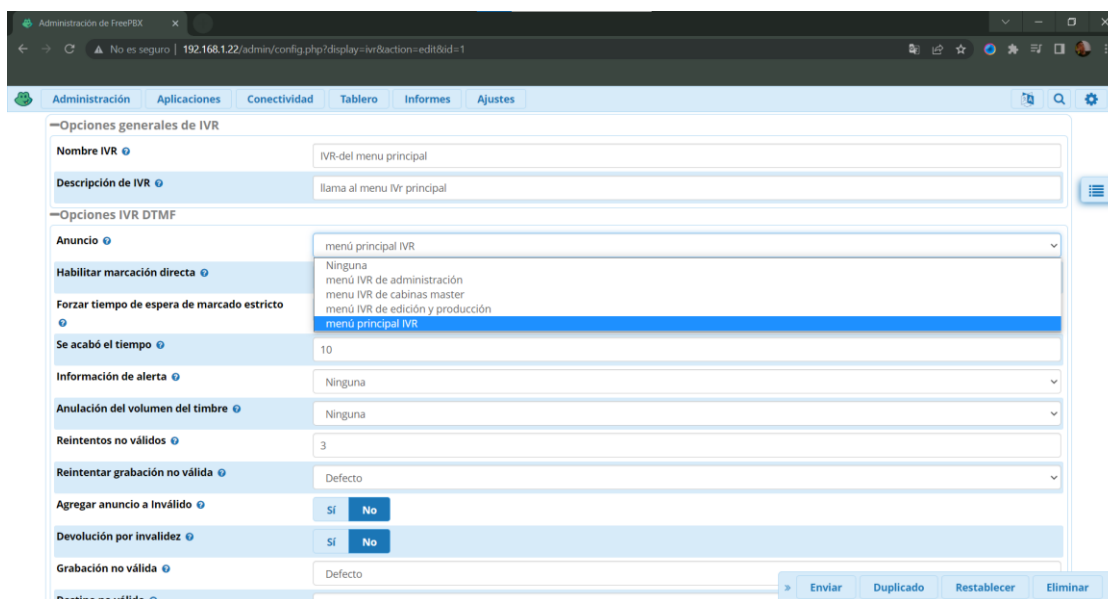
Saltar agente ocupado: Sí No

Selección rápida de usuario

- 100 (IVR)
- 101 (Dirección)
- 102 (Secretaría Y Recepción)
- 103 (Ing. Aldana (Mantenimiento))
- 104 (Producción 1)
- 105 (Producción 2)
- 106 (Cabina Master AM)
- 107 (Cabina Master FM)
- 108 (Estudio de Grabación)

Enviar Restablecer Eliminar

Nota. Esta figura muestra el grupo de timbrado de la extensión del IVR.

Figura 63*Configuración del IVR principal*

The screenshot displays the 'Administración de FreePBX' interface. The main content area is titled 'Opciones generales de IVR' and contains the following fields:

- Nombre IVR:** IVR-del menu principal
- Descripción de IVR:** llama al menu IVr principal

Below this, the 'Opciones IVR DTMF' section includes:

- Anuncio:** menú principal IVR
- Habilitar marcación directa:** Ninguna
- Forzar tiempo de espera de marcado estricto:** menú principal IVR
- Se acabó el tiempo:** 10
- Información de alerta:** Ninguna
- Anulación del volumen del timbre:** Ninguna
- Reintentos no válidos:** 3
- Reintentar grabación no válida:** Defecto
- Agregar anuncio a Inválido:** Sí / No
- Devolución por invalidez:** Sí / No
- Grabación no válida:** Defecto
- Destino no válido:** ...

At the bottom right, there are buttons for 'Enviar', 'Duplicado', 'Restablecer', and 'Eliminar'.

Nota. En la figura se puede ver la creación del IVR principal.

Después de haber creado el IVR principal, se debe crear los submenús o IVR'S que se derivan del menú principal como se observa en la figura 64, de igual manera se debe colocar los dígitos que al momento de marcar direccionen al grupo de timbrado correcto, finalmente se debe dar clic en guardar y aplicar cambios, una vez que ya se crearon los IVR'S, se debe editar los dígitos de entrada para direccionar las llamadas a los IVR'S y grupos de timbrado de acuerdo a las áreas y departamentos de la Radio Latacunga, como se muestra en la figura 65.

Figura 64

Configuración de los IVRs

Administración de FreePBX

Administración Aplicaciones Conectividad Tablero Informes Ajustes

Editar IVR: IVR de menú de edición y producción

Utilizado como destino por 1 objeto (haga clic para ampliar)

Opciones generales de IVR

Nombre IVR: IVR de menú de edición y producción

Descripción de IVR: llama a los departamentos del área de edición y producción

Opciones IVR DTMF

Anuncio: menú IVR de edición y producción

Habilitar marcación directa: Sí No

Forzar tiempo de espera de marcado estricto: Sí No No - Legado

Se acabó el tiempo: 10

Información de alerta: Ninguna

Anulación del volumen del timbre: Ninguna

Reintentos no válidos: 3

Reintentar grabación no válida: Defecto

Agregar anuncio a inválido: Sí No

Enviar Duplicado Restablecer Eliminar

Nota. Esta figura detalla la creación de los demás IVRs que se derivan del IVR principal.

Figura 65

Configuración de los dígitos de marcado del IVR principal

Administración de FreePBX

Administración Aplicaciones Conectividad Tablero Informes Ajustes

Editar IVR: IVR de menú de edición y producción

Habilitar marcación directa: Sí No

Entradas IVR

digitos	Destino	Devolver	Borrar
0	Grupos de timbre 2 área de administracion-secretaria		
1	IVR IVR del menú de administración	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
2	Grupos de timbre 3 área de mantenimiento		
3	IVR IVR de menú de edición y producción	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
4	IVR Maestro IVR de Cabinas	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
5	Grupos de timbre 8 Área de estudios de grabación		
dígitos presionados		== elige uno ==	

Enviar Duplicado Restablecer Eliminar

Nota. En esta figura se puede evidenciar los dígitos que al ser marcados direccionan la llamada a un submenú y grupo de timbrado.

Conexión del sistema de telefonía Voip con la red PSTN

Para la conexión del sistema de telefonía Ip con la red PSTN, se procedió a conectar un adaptador Gateway Grandstream HT813, este dispositivo sirve para configurar una troncal SIP que permitirá la entrada y salida de llamadas, para lo cual se conectó la línea analógica de la Red PSTN al puerto FXO, además se conectó el puerto ethernet al Rack de comunicaciones de la Radio Latacunga tal y como se observa en la figura 66.

Figura 66

Conexión del adaptador Gateway HT813



Nota. Esta figura detalla la conexión de la línea analógica de la PSTN al puerto FXO del Gateway.

Una vez de haber conectado el adaptador HT813, por medio de la dirección Ip, se procede a ingresar a la interfaz de configuración con el usuario **admin** y el password **admin**, en el apartado de configuraciones básicas, se debe configurar el **User ID** que permitirá asociar el adaptador con la central telefónica, además se debe asignar las Ip del Servidor Voip y el número del puerto SIP, tal y como se muestra en la figura 67.

Figura 67

Configuraciones básicas del adaptador HT813

The screenshot shows the configuration page for the HT813 adapter. The browser address bar indicates the URL is 192.168.52.249/cgi-bin/config2. The page contains several sections for configuration:

- puerto WAN:** A list of WAN ports (1-5) with dropdown menus for protocol (set to 'Solo UDP') and input fields for IP de LAN and Puerto LAN (all set to 0).
- Reenvío de puertos:** A section for port forwarding with similar fields for WAN ports, protocols, and LAN IP/port settings.
- Tipo de reinicio:** A dropdown menu set to 'Restablecimiento de datos de ISP' and a 'Reiniciar' button.
- Código de acceso PSTN:** A text field containing '*00'.
- PIN para llamadas de VoIP a PSTN:** A text field.
- PIN para llamadas PSTN a VoIP:** A text field.
- Desvío de llamadas incondicional a PSTN:** A text field.
- Desvío de llamadas incondicional a VOIP:** A section with fields for 'ID de usuario' (containing '5'), 'servidor sorbo' (containing '@ 192.168.53.131'), and 'Puerto de destino de sorbo' (containing '5060').

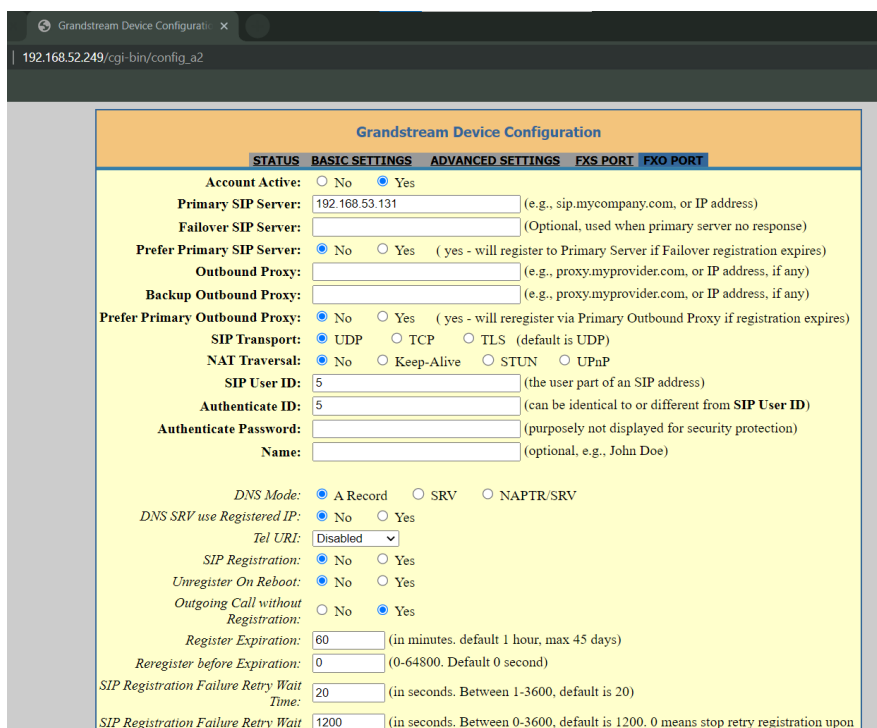
At the bottom, there are buttons for 'Actualizar', 'Aplicar', 'Cancelar', and 'Reiniciar'. A footer note reads: 'Todos los derechos reservados Grandstream Networks, Inc. 2006-2021'.

Nota. En la figura se observa la asignación del Id de usuario, dirección Ip del Servidor y número de puerto SIP.

En la pestaña de **FXO PORT**, y en el campo **Account Active** se debe verificar que la cuenta este activa, se debe asignar nuevamente la dirección Ip de la centralita PBX en el apartado de **Primary SIP Server** y en los campos **SIP UserID** y **Authenticate ID** se debe colocar el mismo ID de usuario que se asignó en las configuraciones básicas del adaptador, además se debe deshabilitar el **SIP Registration**, este procedimiento se lo puede apreciar en la figura 68.

Figura 68

Configuración del puerto FXO



Grandstream Device Configuration

STATUS BASIC SETTINGS ADVANCED SETTINGS FXS PORT FXO PORT

Account Active: No Yes

Primary SIP Server: (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

Failover SIP Server: (Optional, used when primary server no response)

Prefer Primary SIP Server: No Yes (yes - will register to Primary Server if Failover registration expires)

Outbound Proxy: (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address, if any)

Backup Outbound Proxy: (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address, if any)

Prefer Primary Outbound Proxy: No Yes (yes - will reregister via Primary Outbound Proxy if registration expires)

SIP Transport: UDP TCP TLS (default is UDP)

NAT Traversal: No Keep-Alive STUN UPnP

SIP User ID: (the user part of an SIP address)

Authenticate ID: (can be identical to or different from SIP User ID)

Authenticate Password: (purposely not displayed for security protection)

Name: (optional, e.g., John Doe)

DNS Mode: A Record SRV NAPTR/SRV

DNS SRV use Registered IP: No Yes

Tel URI:

SIP Registration: No Yes

Unregister On Reboot: No Yes

Outgoing Call without Registration: No Yes

Register Expiration: (in minutes, default 1 hour, max 45 days)

Reregister before Expiration: (0-64800, Default 0 second)

SIP Registration Failure Retry Wait Time: (in seconds, Between 1-3600, default is 20)

SIP Registration Failure Retry Wait: (in seconds, Between 0-3600, default is 1200, 0 means stop retry registration upon

Nota. En la figura se puede apreciar la activación de la cuenta, la asignación de la Ip del Servidor Volp y el ID de usuario.

Posteriormente en la parte de **FXO Termination**, se debe deshabilitar la conexión actual de línea en el campo **Enable Current Disconnect**, y en **Enable PSTN Diconnect Tone Detection** se debe habilitar la detección del tono de desconexión y para reducir el retardo en las entradas de llamada se colocará el número de timbrado en el campo de **Number of Rings**, finalmente se deshabilitará el **PSTN Ring Thru FXS**, este proceso se lo puede mirar en la figura 69.

Figura 69

Configuración de FXO Termination

Grandstream Device Configurati... x
192.168.52.249/cgi-bin/config_a2

FXO Termination

Enable Current Disconnect: No Yes (Default Yes. If set to yes, enter threshold below)

Current Disconnect Threshold (ms): (50-800 milliseconds. Default 100 milliseconds)

Enable PSTN Disconnect Tone Detection: No Yes (Default No)

(If set to yes, the following tone is used as the disconnect signal)

PSTN Disconnect Tone:
(Syntax: f1=freq@vol, f2=freq@vol, c=on1/off1-on2/off2-on3/off3;)
(Allowed Range: freq = 0 to 4000Hz; vol = -40 to -24dBm)
(Default: Busy Tone: f1=480@-32,f2=620@-32,c=500/500;)

Enable Polarity Reversal: No Yes (Default No. Check with your PSTN carrier before setting to Yes)

AC Termination Model Country-based Impedance-based Auto-Detected

Country-based:

Impedance-based:

Number of Rings: (1-50. Default 4)
(Number of rings for a PSTN incoming call before FXO port answers to accept VoIP number)

PSTN Ring Thru FXS: No Yes (Default Yes)
(If set to yes, all incoming PSTN calls will ring the FXS port after the Ring Thru Delay)

PSTN Ring Thru Delay (sec): (1-10 seconds. Default 4 seconds)

PSTN Ring Timeout (sec): (2-10 seconds. Default 6 seconds)
(Used to detect PSTN hangup when FXO port is not answered)

PSTN Idle Wait Timeout between Outgoing Calls: (0-10 seconds. Default 4 seconds)

Channel Dialing

Nota. En esta figura se observa la desactivación de la conexión de la línea, la habilitación de la detención del tono de desconexión y la asignación de numero de timbrado.

Una vez configurado el terminal FXO, en la parte de **Channel Dialing** se debe colocar el campo **Wait for Dial-Tone** en NO y el **Stage Method** en 1, tal y como se puede observar en la figura 70, luego se debe dar clic en actualizar, aplicar y en reboot para reiniciar el adaptador HT813.

Figura 70

Configuración del Channel Dialing

Grandstream Device Configurati... x
192.168.52.249/cgi-bin/config_a2

Enable Polarity Reversal: No Yes (Default No. Check with your PSTN carrier before setting to Yes)

AC Termination Model Country-based Impedance-based Auto-Detected

Country-based: USA

Impedance-based: 600R – 600 ohms

Number of Rings: 3 (1-50. Default 4)
(Number of rings for a PSTN incoming call before FXO port answers to accept VoIP number)

PSTN Ring Thru FXS: No Yes (Default Yes)
(If set to yes, all incoming PSTN calls will ring the FXS port after the Ring Thru Delay)

PSTN Ring Thru Delay (sec): 4 (1-10 seconds. Default 4 seconds)

PSTN Ring Timeout (sec): 6 (2-10 seconds. Default 6 seconds)
(Used to detect PSTN hangup when FXO port is not answered)

PSTN Idle Wait Timeout between Outgoing Calls: 4 (0-10 seconds. Default 4 seconds)

Channel Dialing

DTMF Digit Length (ms): 100 (40-127 milliseconds, Default 100 milliseconds)

DTMF Dial Pause (ms): 100 (40-127 milliseconds, Default 100 milliseconds)

First Digit Timeout (sec): 10 (1-20 seconds. Default 10 seconds)

Inter-Digit Timeout (sec): 4 (1-15 seconds. Default 4 seconds)

Wait for Dial-Tone: No Yes (Default Yes - dial upon dial-tone)

Stage Method (1/2): 1 (Default 2 - 2 stage dialing)

Min Delay Before Dial PSTN Number: 500 (default 500ms, range 50 ~ 65000ms)

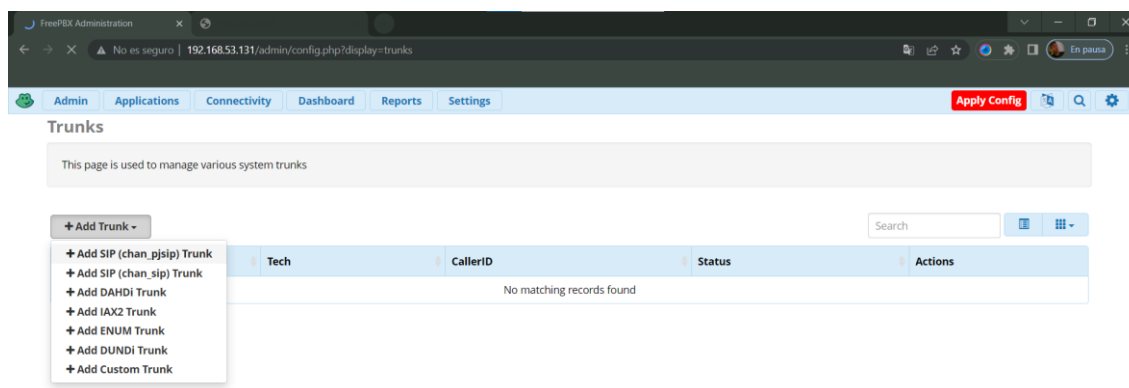
Update Apply Cancel Reboot

Nota. En la figura se puede evidenciar la configuración de los campos Wait for Dial-Tone y el Stage Method.

Una vez de haber configurado el adaptador Gateway HT813, se debe configurar una troncal SIP en el servidor de Asterisk, para lo cual en la pestaña de **Connectivity** se debe seleccionar **Trunks** y se debe añadir la troncal **SIP (chan_pjsip) Trunkn**, como en la figura 71, luego se debe colocar un nombre a la troncal, y en la configuración **pjsip** se debe asignar un **Username** y un **Auth username**, en el campo de **SIP Server** se debe asignar la dirección Ip del adaptador HT813, además del número de puerto SIP, como se detalla en la figura 72.

Figura 71

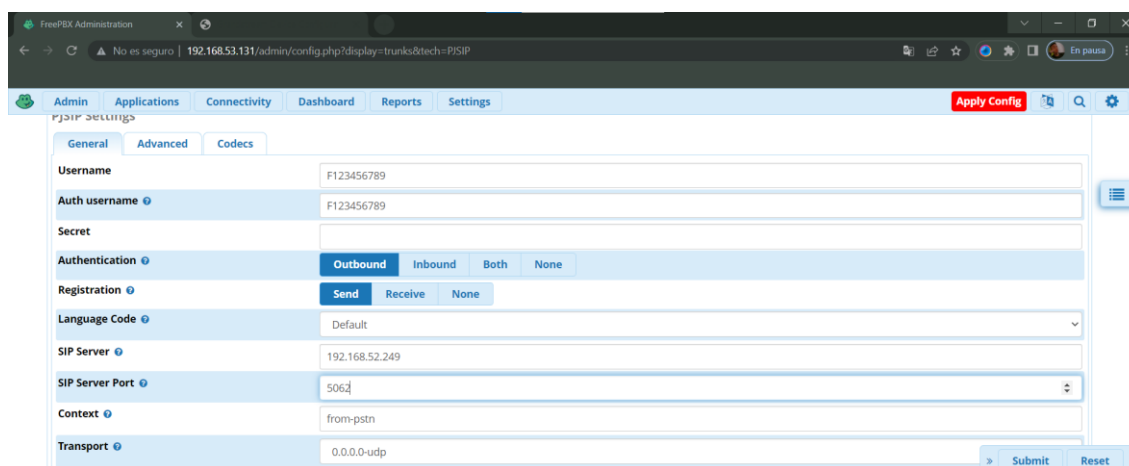
Configuración de la Troncal SIP



Nota. Esta figura detalla la creación de la troncal SIP en el servidor de Asterisk.

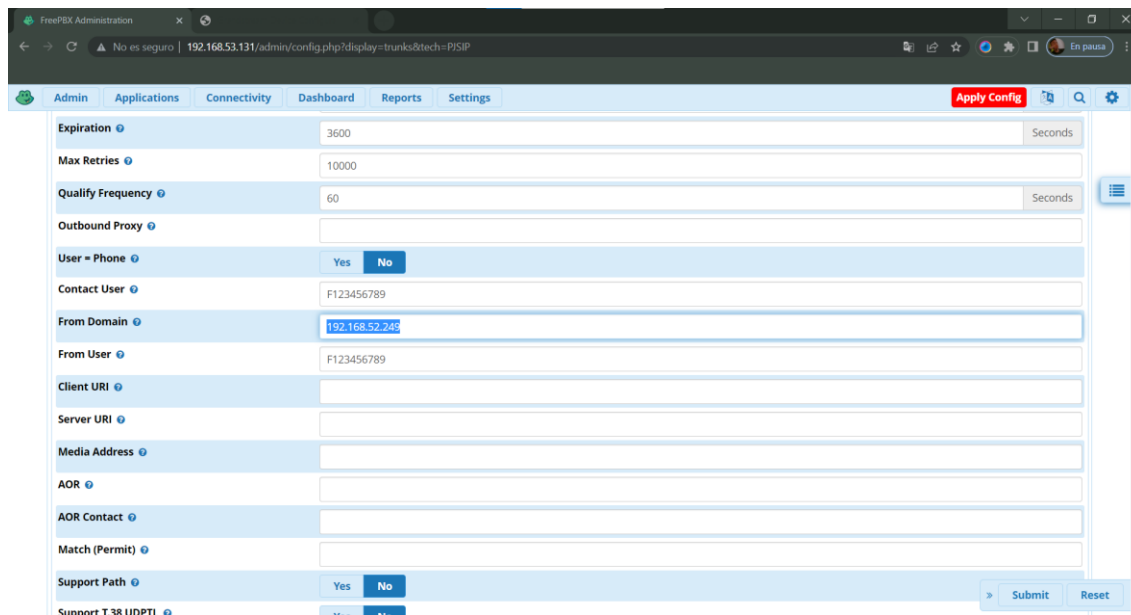
Figura 72

Configuración PjSip de la troncal



Nota. Esta figura describe la configuración de los ajustes PjSIP de la troncal SIP.

En la parte de ajustes avanzados de la configuración PjSIP, en el campo de **Contact User** y **From User** se debe colocar el mismo **username** que se configuró en los ajustes generales de PjSIP, además, en la opción **From Domain** se debe asignar la dirección Ip del adaptador Grandstream HT813 como se muestra en la figura 73, finalmente se debe dar clic en enviar y aplicar configuración.

Figura 73*Configuración de ajustes avanzados de PjSIP*

The screenshot displays the FreePBX Administration interface for configuring advanced PjSIP settings. The browser address bar shows the URL `192.168.53.131/admin/config.php?display=trunks&tech=PjSIP`. The navigation menu includes 'Admin', 'Applications', 'Connectivity', 'Dashboard', 'Reports', and 'Settings'. A red 'Apply Config' button is located in the top right corner. The configuration form contains the following fields:

Expiration	3600	Seconds
Max Retries	10000	
Qualify Frequency	60	Seconds
Outbound Proxy		
User = Phone	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Contact User	F123456789	
From Domain	192.168.52.245	
From User	F123456789	
Client URI		
Server URI		
Media Address		
AOR		
AOR Contact		
Match (Permit)		
Support Path	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	

At the bottom right, there are 'Submit' and 'Reset' buttons. A status bar at the bottom left indicates 'Support: 7.38 UDPTL'.

Nota. La figura muestra la configuración de los ajustes avanzados de PjSIP.

Una vez que ya se configuro la troncal SIP, en la pestaña de **Connectivity** se debe seleccionar la opción de **Outbound Routes** para configurar una ruta de salida, se debe colocar un nombre a la ruta y se debe seleccionar el nombre de la troncal que se creó anteriormente, este proceso se muestra en la figura 74.

Figura 74

Configuración de Ruta de Salida

The screenshot shows the 'Outbound Routes' configuration page in FreePBX. The 'Route Name' field contains 'RUTA DE SALIDA'. The 'Route CID' field is empty. The 'Override Extension' is set to 'No'. The 'Route Password' field is empty. The 'Route Type' is set to 'Emergency'. The 'Music On Hold?' is set to 'default'. The 'Trunk Sequence for Matched Routes' is set to 'TRONCAL_FXO (pjsip)'. The 'Optional Destination on Congestion' is set to 'default'. The 'Submit' and 'Reset' buttons are visible at the bottom right.

Nota. En la figura se puede observar la configuración de la Ruta de Salida y la selección de la troncal SIP.

En la parte de **Dial Patterns** se colocará los siguientes patrones de marcado:

0[1-9]XXXXXXX: Este patrón de marcado permitirá llamar a teléfonos convencionales de otras provincias, ya que este plan permite digitar el código de área más 7 dígitos con cifras de 0 a 9.

Anteponer el código de área **03** y colocar el siguiente patrón de marcado **XXXXXXX**, permite realizar llamadas locales, por ende, se permite 7 dígitos con cifras de 0 a 9.

Con colocar el dígito **5** y asignar el patrón de marcado **0[1-9]XXXXXXX**, permite realizar llamadas a teléfonos móviles. Sin olvidar que para realizar llamadas a celular se debe anteponer primero el número **5** y luego digitar el teléfono móvil. Este procedimiento se detalla en la figura 75, para guardar los cambios se debe dar clic en enviar y aplicar configuración.

Figura 75

Configuración del patrón de marcado de la ruta de salida

The screenshot shows the FreePBX Administration interface. The browser address bar indicates the URL: `http://192.168.1.7/admin/config.php?display=routing&view=form&id=1`. The navigation menu includes: Admin, Applications, Connectivity, Dashboard, Reports, and Settings. The main heading is "Outbound Routes" and the sub-heading is "Edit Route: RUTA DE SALIDA: RUTA DE SALIDA".

Below the heading, there are tabs for: Route Settings, Dial Patterns, Import/Export Patterns, Notifications, and Additional Settings. The "Dial Patterns" tab is active.

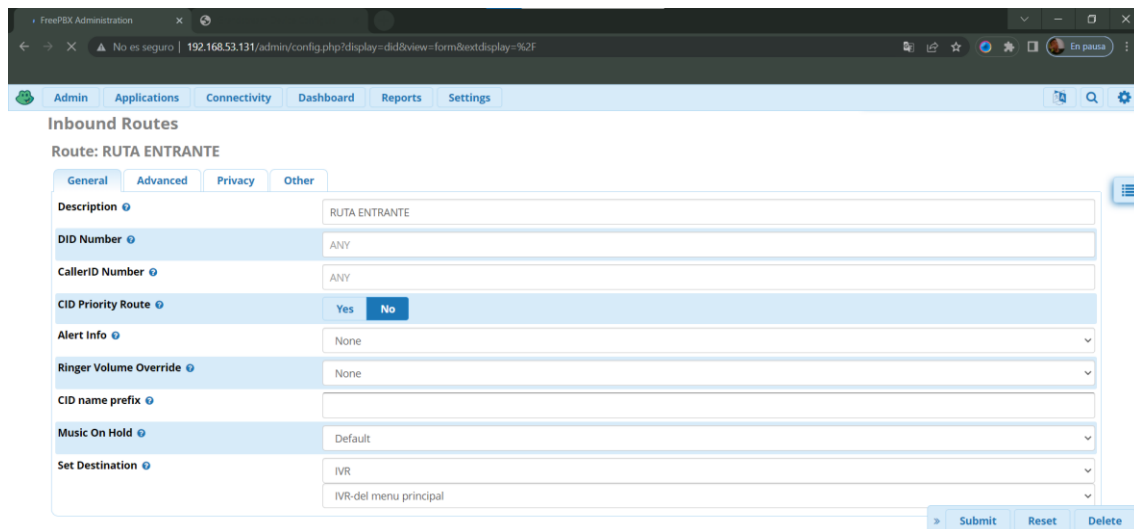
The "Dial Patterns that will use this Route" section contains a "Pattern Help" link and a "Dial patterns wizards" link. Below these are four rows of configuration fields:

Prepend	Length	Match Pattern	CallerID	Action
{ prepend }	6	{ 0[1-9]XXXXXXXX	/ CallerID	+ ⊞
{ 03 }	prefix	{ XXXXXXXX	/ CallerID	+ ⊞
{ prepend }	5	{ 0[1-9]XXXXXXXX	/ CallerID	+ ⊞
{ prepend }	prefix	{ match pattern	/ CallerID	+ ⊞

At the bottom right of the configuration area, there are buttons for: Submit, Duplicate, Reset, and Delete.

Nota. La figura muestra la asignación del patrón de marcado de la ruta de salida.

Una vez que ya se creó la ruta de salida, se debe configurar una ruta de entrada, para lo cual se debe ingresar a la pestaña de **Connectivity** y a la opción **Inbound Routes**. En esta ventana se deberá colocar un nombre a la ruta, en la sección de **Set Destination** se debe elegir el destino de la llamada en este caso se debe direccionar al menú IVR que fue configurado anteriormente, tal y como se observa en la figura 76, finalmente se debe dar clic en enviar y aplicar configuración.

Figura 76*Configuración de la Ruta Entrante*

The screenshot displays the 'Inbound Routes' configuration page in the FreePBX Administration interface. The browser address bar shows the URL '192.168.53.131/admin/config.php?display=did&view=form&extdisplay=%2F'. The navigation menu includes 'Admin', 'Applications', 'Connectivity', 'Dashboard', 'Reports', and 'Settings'. The main content area is titled 'Route: RUTA ENTRANTE' and features four tabs: 'General', 'Advanced', 'Privacy', and 'Other'. The 'General' tab is active, showing the following configuration fields:

Field	Value
Description	RUTA ENTRANTE
DID Number	ANY
CallerID Number	ANY
CID Priority Route	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Alert Info	None
Ringer Volume Override	None
CID name prefix	
Music On Hold	Default
Set Destination	IVR IVR-del menu principal

At the bottom right of the form, there are three buttons: 'Submit', 'Reset', and 'Delete'.

Nota. En esta figura se detalla la configuración de la ruta entrante y el redireccionamiento de las llamadas hacia el IVR.

Pruebas de funcionamiento del sistema Volp

Al finalizar la configuración de todos los equipos que conforman el sistema de telefonía Ip se realizó las respectivas pruebas de la entrada y salida de llamadas telefónicas entre extensiones y líneas convencionales de la Red PSTN con direccionamiento al IVR, también se verificó que el registro de llamadas es funcional tanto en los teléfonos físicos como en los softphones, este procedimiento se puede observar en las figuras 77 y 78.

Figura 77

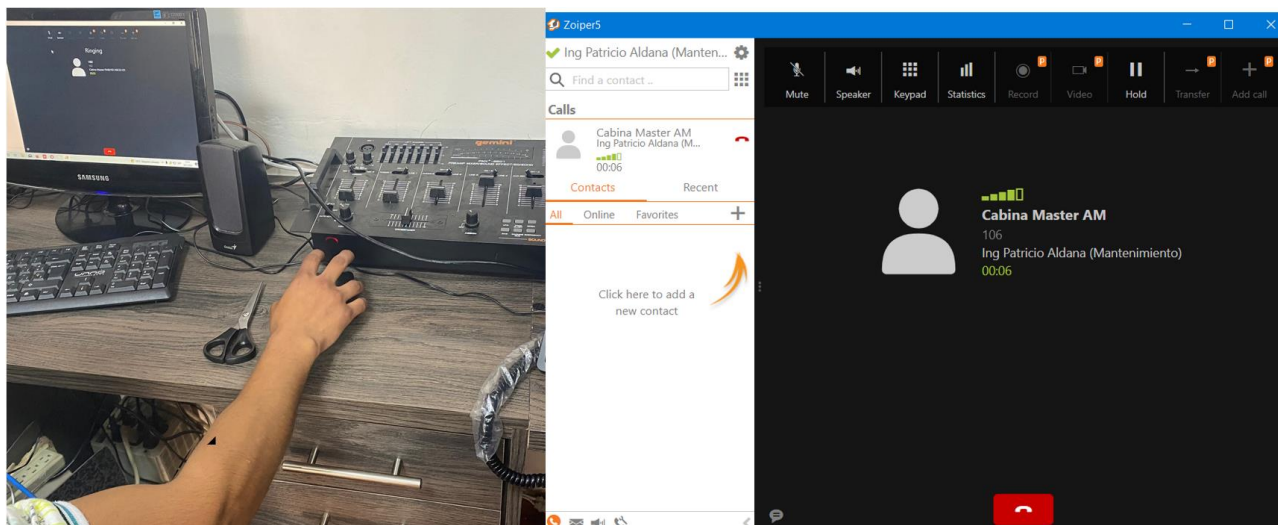
Verificación de la entrada y salida de llamadas



Nota. En esta figura se puede observar la verificación de la entrada y salida de llamadas entre extensiones y la red PSTN.

Figura 78

Envío y recepción de llamadas desde un softphone



Nota. Esta figura demuestra el envío y recepción de llamadas por medio de un softphone.

Elaboración de Manual de Usuario y Memoria Técnica

Con el objetivo de mostrar las configuraciones establecidas en el Servidor de Asterisk y equipos terminales del sistema de telefonía IP de la Radio Latacunga, se realizó un manual de uso del sistema y una memoria técnica que describe el direccionamiento IP, segmento de red, extensiones, IVR y patrones de marcado del sistema VoIP, como se muestra en la figura 79 y 80, además se los puede apreciar en el anexo C y D.

Figura 79

Manual de Usuario



Implementación de un Sistema de Telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN.

MANUAL DE USUARIO

Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel y Nuela Aime Erika Monserrath

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

3 de febrero de 2023

Latacunga

Nota. Esta figura muestra el manual de uso del sistema de telefonía IP

Figura 80*Memoria Técnica*

Implementación de un Sistema de Telefonía Ip y un manual de usuario y mantenimiento, para brindar conectividad entre las diferentes oficinas y estudios de grabación de la Radio Latacunga e integrarla a la red PSTN.

MEMORIA TÉCNICA

Chicaiza Chuquitarco, Erick Israel y Nuela Aime Erika Monserrath

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

03 de febrero de 2023

Latacunga

Nota. En la figura se observa la memoria técnica del sistema de telefonía IP

Capítulo IV

Conclusiones

Con el levantamiento de información e investigaciones acerca de la telefonía IP, se reconoció los requerimientos técnicos necesarios para utilizar el sistema telefónico en la red local de Radio Latacunga, y se pudo elegir los dispositivos de comunicación correctos que cumplan con dichos requerimientos y mejore la comunicación interna entre oficinas y estudios de grabación, proporcionando así ahorros de costos a corto y largo plazo, así como escalabilidad del sistema.

Se instaló el cableado estructurado para todos los puntos de red requeridos en el sistema de telefonía IP de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes para cableado estructurado, también se instaló y se configuró la centralita, así como equipos terminales con sus respectivas extensiones en todas las oficinas y estudios de grabación de Radio Latacunga.

Con las pruebas de funcionamiento entre todos los dispositivos del sistema de telefonía IP implementado, se demostró que el diseño de la IP PBx en la Raspberry Pi y el uso del sistema operativo Asterisk es una solución flexible y económica que, por encima de todo, logra simular la alta sofisticación y complejidad de una central telefónica ya con todos los componentes. Logrando así la comunicación entre terminales del sistema y cumpliendo los requisitos estipulados y calidad de servicio QoS en la transferencia e identificación de llamadas.

Al lograr la conexión entre la línea analógica PSTN y los sistemas de telefonía IP, se demostró que contar con un IVR de respuesta de voz interactivo para manejar las llamadas entrantes de la Red Telefónica Pública Conmutada PSTN para todas las extensiones configuradas en el central telefónica, fue de gran ayuda ya que anteriormente el direccionamiento de llamadas lo realizaba manualmente la persona delegada, evidenciando así beneficios como funcionalidad y flexibilidad en la optimización de las comunicaciones internas y externas de Radio Latacunga.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un reconocimiento del lugar en donde se vaya a implementar al sistema y tener en cuenta las necesidades que se requieren cubrir, así como los requerimientos específicos de la entidad en este caso Radio Latacunga cuenta con un sistema análogo que se considera ya ambiguo en la actualidad.

Al momento de realizar la conexión de equipos, se debe revisar el cableado estructurado de la entidad o empresa donde se implementará el sistema de telefonía VoIP, para no tener problemas donde haya cables que no estén en buen estado, lo que hará que el sistema no funcione correctamente. Una vez que comienza las configuraciones, se debe tener conocimientos básicos de su uso y manejo para evitar fallas en la configuración y daños en el equipo.

Se recomienda trabajar con el software libre Asterisk, ya que su entorno es fácil de entender y la relación con el usuario es más flexible, porque es un sistema operativo sencillo de usar, ideal para conocer la centralita IP. También se sugiere realizar copias de seguridad de las configuraciones realizadas en Asterisk, como configuración de extensiones, IVR, troncales SIP, etc para evitar la pérdida de información. Por último, es conveniente utilizar Softphones, que brindan movilidad, ya que se puede instalar en cualquier dispositivo y así reducir los costos de instalación VoIP.

Con respecto a la conexión con la red PSTN se recomienda que al momento de configurar las rutas salientes se tome en cuenta el patrón de marcado a utilizar, para que cuando se realice una llamada no se tenga errores y eso perjudique a la comunicación externa. También se recomienda que al momento de conectar el adaptador HT813 al proveedor de servicio de telefonía se los interconecte de manera correcta, es decir para que el sistema de telefonía IP sea integrado a la red PSTN se debe usar el puerto FXO que se encuentra en el adaptador, ya que este puerto permitirá que se reciba la línea analógica.

Glosario

ACD: Automatic Call Distributor (Distribuidor Automático de Llamadas)

ADPCM: Adaptative Differential Pulse-Code Modulation (Modulación por impulsos codificados diferencial y adaptable)

ARM: Advanced RISC Machine (Maquina RISC Avanzada)

ATA: Adaptador telefónico analógico

CLOUD: Nube

CNAME: Tipo de registro DNS que asigna un alias a un nombre de dominio auténtico o canónico

DDI: Data Documentation Initiative (Iniciativa de Documentación de Datos)

DHCP: Dynamic Host Configuration Protol (Protocolo de Configuración dinámica de host)

DSO: Distribution System Operators (Operadores de Sistemas de Distribución)

Endpoints: Cualquier punto que sea la parte final de una red

FreePBX: Interfaz de web modular y software libre para dirigir una central telefónica Asterisk

FXO: Foreign Exchange Subscriber, puerto que recibe la línea analógica

FXS: Foreign Exchange Office, puerto usado por las líneas analógicas.

Gateways: Puertas de Enlace

HTTP: Hypertext Transfer Protocol (Protcolo de transferencia de hipertexto)

IETF: Internet Engineering Task Force (Grupo de trabajo de ingeniería de Internet)

ILBC: Internet Low Bitrate Codec (Códec Híbrido de Banda Estrecha)

IP: Protocolo de Internet

ISDN: Integrated Services of Digital Network (Red Digital de Servicio integrados)

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones

IVRs: Interactive Voice Response (Respuesta de Voz Interactiva)

LAN: Local Area Network (Red de Área Local)

Linux: Sistema Operativo modular tipo Unix

MAN: Metropolitan Area Network (Red de Área Metropolitana)

Multicast: Multidifusión Ip que permite el envío simultáneo de información a varios usuarios de una red desde un punto o nodo

PAN: Personal Area Network (Red de Área Personal)

PBX: Private Branch Exchange (Sistema Telefónico o centralita)

PoE: Power over Ethernet (Alimentación a través de Ethernet)

PSTN: Red Telefónica Publica Conmutada

QoS: Quality of Service: (Calidad de Servicio)

RAM: Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio)

RTC: Real Time Connection (Conexión en Tiempo Real)

RTCP: Real Time Transport Control Protocol (Protocolo de Control en Tiempo Real)

RTP: Real Time Transport *Protocol* (Protocolo de Transporte en Tiempo Real)

SD: Secure Digital (Seguro Digital)

SDP: Session Description Protocol (Protocolo de Descripción de Sesión)

Signalling Gateway: Pasarela de Señalización utilizada para convertir información de Señalización

SIP: Session Initiation Protocol (Protocolo de inicio de sesión)

SMTP: *Simple Mail Transfer Protocol (Protocolo de transferencia simple de correo)*

SoC: Security Operations Center (Centro de Operaciones de Seguridad)

Softphone: Software utilizado para realizar llamadas como si fuera un teléfono convencional

SRTP: Secure Real–Time Transport Protocol (Protocolo Seguro de Transporte en Tiempo Real)

Streaming: Enviar y recibir paquetes de datos en flujo continuo a través de una red

UPS: Uninterruptible Power Supply (Sistema de alimentación ininterrumpida)

USB: Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)

VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet

WAN: Wide Area Network (Red de Área Amplia)

WebRTC: Web Real-Time Communication (Comunicaciones Web en tiempo Real)

WLAN: Wireless Local Area Network (LAN Inalámbrica)

Bibliografía

3CX Ltd. (27 de 07 de 2021). *¿Qué es H323?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/h323/>

3CX Ltd. (27 de 07 de 2021). *¿Qué es RTP?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/rtp/>

3CX Ltd. (27 de 07 de 2021). *¿Qué es SDP – Session Description Protocol?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/sdp/>

3CX Ltd. (20 de 07 de 2021). *¿Qué es SIP?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/sip/>

3CX Ltd. (02 de 09 de 2021). *¿Qué es SRTP?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/srtp/>

3CX Ltd. (19 de 07 de 2021). *¿Qué es un servidor SIP?* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/sip-server/>

3CX Ltd. (27 de 07 de 2021). *Gateways o pasarelas VOIP.* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/pasarela-voip/>

3CX Ltd. (27 de 07 de 2021). *Gateways o pasarelas VOIP.* Obtenido de 3CX.es: <https://www.3cx.es/voip-sip/pasarela-voip/>

Aguirre, M. F. (21 de 03 de 2022). *Procolo SRTP.* Obtenido de appvizer.es: <https://www.appvizer.es/revista/comunicacion/central-voip/srtp>

Asterisk. (07 de 04 de 2021). *¿Qué es Asterisk?* Obtenido de Asterisk: <https://www.asterisk.org/get-started/>

Cadavid, J. C. (02 de 05 de 2019). *¿Por qué escoger la serie UCM de Grandstream?* Obtenido de América Comunicaciones: <https://www.americacomunicaciones.com/ucm-ip-pbx/#:~:text=Los%20UCM%20IP%20PBX%20de,peque%C3%B1as%20hasta%20las%20m%C3%A1s%20grandes.>

Carballar, J. A. (11 de 02 de 2022). *RTP. Protocolo de transporte en tiempo real*. Obtenido de Carballar.com:

<https://carballar.com/rtp-protocolo-de-transporte-en-tiempo-real>

DINECOM. (11 de 03 de 2019). *Protocolo RTCP*. Obtenido de Dinecom:

<https://dinecom.cl/blog/videoconferencia-que-se-supone-que-es-el-protocolo-rtcp/>

Espinoza, J. R. (2021). *Implementación de un prototipo de telefonía IP con funcionalidades extendidas para*

el Sector hotelero aplicando políticas de QOS. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.
doi:<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52273>

Guerrero, G. E. (14 de 03 de 2014). *Historia Radio Latacunga*. Obtenido de Radio Latacunga AM:

<http://radiolatacunga1080am.blogspot.com/2014/03/historia-radio-latacunga.html?m=1>

Howard. (25 de 12 de 2019). *VLAN de voz explicado: Fundamentos, configuración y preguntas frecuentes*

/ Comunidad FS. Obtenido de FS Community: <https://community.fs.com/es/blog/voice-vlan-configuration-guidelines-on-ethernet-switches.html>

Intersoft. (09 de 05 de 2018). *Los 12 mejores software de código abierto*. Obtenido de Intersoft de

Latinoamérica: <https://www.intersoftla.com/el-top-10-de-los-mejores-software-gratuitos-de-codigo-abierto-de-pbx/>

Jiménez, J. (16 de 10 de 2021). *Descubre qué es el protocolo SIP para llamadas VoIP y cómo funciona*.

Obtenido de RedesZone: <https://www.redeszone.net/tutoriales/internet/protocolo-sip-llamadas-voip/>

KeepCoding, R. (2022, 2 diciembre). *VLAN basada en puerto*. KeepCoding Tech School.

<https://keepcoding.io/blog/vlan-basada-en-puerto/>

- Khomp. (17 de 10 de 2019). *Escalabilidad del Sistema VoIP*. Obtenido de Khomp:
<https://www.khomp.com/es/aplicacao-de-produto/call-center/escalabilidad/>
- Limones, E. (7 de 03 de 2021). *Topología de redes informáticas*. Obtenido de Topología de redes informáticas: <https://openwebinars.net/blog/topologia-de-redes-informaticas/>
- López, A. (24 de 05 de 2021). *Codecs de telefonía IP. Qué son y cómo funcionan*. Obtenido de Fonvirtual Blog: <https://www.fonvirtual.com/blog/que-es-codec-telefonip/#:~:text=Los%20codecs%20de%20telefon%C3%ADa%20IP%20realizan%20la%20conversi%C3%B3n%20de%20la,informaci%C3%B3n%20digital%20y%20lo%20decodifican.>
- Lopez, Y. (23 de 12 de 2021). *Red Telefonica Publica Conmutada PSTN*. Obtenido de LovTechnology: <https://lovtechnology.com/que-es-la-red-telefonica-publica-conmutada-pstn/>
- MasIp. (28 de 07 de 2021). *Centralita Ip*. Obtenido de Mas Ip: <https://www.masip.es/centralitas/que-es-una-centralita-ip/>
- MasIP. (16 de 06 de 2021). *Centralitas Elastix Adapte sus comunicaciones al Siglo XXI*. Obtenido de MasIP: <https://www.masip.es/servicios/elastix-software-telefonip/>
- MCM Telecom. (7 de 05 de 2021). *La PSTN es La Red Telefónica Pública Conmutada*. Obtenido de MCM Bussines Telecom: <https://www.mcmtelcom.com/blog/negocios/que-es-la-pstn>
- Mouser Electronics. (20 de 04 de 2022). *Especidficaciones de la Raspberry Pi 4*. Obtenido de Mouser Electronics: <https://www.mouser.ec/new/raspberry-pi/raspberry-pi-4-b/>
- NFON. (19 de 10 de 2021). *Beneficios de la Telefonía IP*. Obtenido de NFON: <https://blog.nfon.com/es/beneficios-telefonip>

Orade. (09 de 03 de 2019). *Los Codecs en la Telefonía IP, ¿Qué Son y Cómo Funcionan?* Obtenido de Orade:

<https://orade.com/los-codecs-en-la-telefonía-ip-que-son-y-como-funcionan/>

Palao, C. (26 de 03 de 2020). *La importancia de las telecomunicaciones en tiempos de coronavirus.*

Obtenido de IDG Communications S.A.U.: <https://www.computerworld.es/tecnología/la-importancia-de-las-telecomunicaciones-en-tiempos-de-coronavirus>

Parada Visual. (26 de 09 de 2019). *¿Que es un ATA (Adaptador Telefónico Analógico)?* Obtenido de

PARADAVISUAL.COM: <https://www.paradavisual.com/que-es-un-adaptador-telefonico-analogico/>

Quality Unit. LLC. (21 de 03 de 2022). *Router VoIP.* Obtenido de LiveAgent:

<https://www.liveagent.es/glosario/router-voip/>

Ramos, M. (26 de 10 de 2020). *Teléfonos IP, ¿Cómo funcionan?* Obtenido de Blog de Computación y

Tecnología de Pcredcom: <https://pcredcom.com/blog/telecomunicaciones/telefonos-ip-como-funcionan/>

Robine, C. (04 de 06 de 2020). *¿Qué es un Softphone y qué ventajas tiene?* Obtenido de Aircall:

<https://aircall.io/es/blog/call-center/que-es-un-softphone/>

SoftDoit. (24 de 06 de 2022). *8 mejores software de Centralita Virtual [2022].* Obtenido de SoftDoit:

<https://www.softwaredoit.es/centralita-virtual/index.html>

Solé, R. (18 de 07 de 2021). *Raspberry Pi: Crea proyectos DIY por muy poco dinero.* Obtenido de Profesional

Review: <https://www.profesionalreview.com/2021/07/18/que-es-raspberry-pi/#:~:text=El%20funcionamiento%20es%20el%20mismo>

Sotomayor, J. C. (18 de 10 de 2021). *Análisis de vulnerabilidades de seguridad en centrales VoIP elastix a través de hacking ético*. Recuperado el 19 de 06 de 2021, de Respositorios Espe: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9558/1/AC-RED-ESPE-048527.pdf>

Subcod. (09 de 04 de 2019). *Ventajas y desventajas de la telefonía IP*. Obtenido de Subcod: <https://subcod.com/ventajas-y-desventajas-de-la-telefonía-ip/>

Tec Innova. (28 de 12 de 2021). *¿Que es 3CX?* Obtenido de Tec Innova: <https://www.tec-innova.mx/3cx-que-es/>

VoIP Centrix. (12 de 06 de 2020). *Switches POE-Volp*. Obtenido de VoIP CENTRIX: <https://www.voipcentrix.com/switches#:~:text=Los%20conmutadores%20o%20switches%20se,los%20tel%C3%A9fonos%20y%20gateways%20IP.>

VOIP/ESTUDIO. (28 de 04 de 2021). *Ventajas y desventajas de la Voz sobre IP*. Obtenido de VOIP/ESTUDIO: <https://voipstudio.es/blog/ventajas-y-desventajas-de-la-voz-sobre-ip/>

WatchGuard Technologies. (13 de 08 de 2019). *Acerca de Redes Virtuales de Área Local (VLAN)*. Obtenido de WatchGuard Technologies, Inc: https://www.watchguard.com/help/docs/fireware/12/es-419/Content/es-419/networksetup/vlans_about_c.html

Wiki VoIP. (06 de 11 de 2020). *Reglas y Patrones de Marcado*. Obtenido de Wiki VoIP: https://wiki.voip.ms/article/Reglas_y_Patrones_de_Marcado

Wikiwand - IEEE 802.1p. (s. f.). *802.1Q y 802.1P* Obtenido de Wikiwand. https://www.wikiwand.com/es/IEEE_802.1p

YMANT. (17 de 04 de 2021). *YMANT Servicios Informáticos*. Obtenido de YMANT Servicios Informáticos: <https://www.ymant.com/blog/equipos-de-red/>

Zerovoz. (21 de 06 de 2021). *¿Qué es una centralita VoIP?* Obtenido de Zerovoz:

<https://zerovoz.com/como-montar-una-centralita-voip/>

ANEXOS