



Análisis, implementación y evaluación de un asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE

Guamán Del Pino, Alex Fernando y Rubio Quinchuela, Karen Abigail

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y

Telecomunicaciones

Ing. Aguilar Salazar, Darwin Leonidas

11 de febrero del 2022



TESIS_DOCUMENTO.docx

Scanned on: 18:4 February 10, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



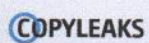
Total Words in Text

Identical Words	713
Words with Minor Changes	171
Paraphrased Words	512
Omitted Words	0



DARWIN LEONIDAS
AGUILAR SALAZAR

ING. DARWIN AGUILAR SALAZAR
DOCENTE TUTOR - DEEL - ESPE



Website | Education | Businesses



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “Análisis, implementación y evaluación de un asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE” fue realizado por los señores **Guamán Del Pino, Alex Fernando y Rubio Quinchuela, Karen Abigail** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022



Ing. Aguilar Salazar, Darwin Leónidas

CI:1103036826



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Guamán Del Pino, Alex Fernando y Rubio Quinchuela, Karen Abigail**, con cédulas de ciudadanía n° 0604793661 y 1724361611, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Análisis, implementación y evaluación de un asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE”** 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.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022

Guamán Del Pino, Alex Fernando

C.C.: 0604793661

Rubio Quinchuela, Karen Abigail

C.C.: 1724361611



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros Guamán Del Pino, Alex Fernando y Rubio Quinchuela, Karen Abigail, con cédulas de ciudadanía n° 0604793661 y 1724361611, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: "Análisis, implementación y evaluación de un asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022

Guamán Del Pino, Alex Fernando

C.C.: 0604793661

Rubio Quinchuela, Karen Abigail

C.C.: 1724361611

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis padres Wilian e Hilda, pues sin ellos no habría logrado forjarme como la persona que soy ahora, muchos de mis logros han sido gracias a ellos que han estado siempre presentes brindándome su apoyo moral y psicológico. A mi sobrina Danna por ser una fuente de inspiración y motivación que me ha ayudado día a día a superarme; mis compañeros y amigos que cultivé durante mi vida estudiantil con cuales compartí muchas alegrías, tristeza y sobre todo el conocimiento adquirido durante todo este tiempo en nuestras aulas de clase.

Alex Fernando Guamán Del Pino.

Dedicatoria

Dedico este trabajo final a mis padres Pablo y Elena, que han sido la guía para forjar mi camino y poder superar todos los obstáculos que la vida me ha puesto, por demostrarme que con esfuerzo puedo conseguir mis metas y con esto terminar mi carrera. A mis hermanas Jessica y Tabatta por ser mis confidentes cuando las necesité y darme ánimos para seguir con mis estudios universitarios, a mi hermano Esteban por comprenderme y estar conmigo, a mi sobrina Isabella por siempre sacarme una sonrisa cuando lo necesitaba. A David mi novio que nunca dudó de mis capacidades y estuvo a mi lado en todo el trayecto universitario apoyándome en las buenas y malas, a mi abuela y toda mi familia que con su ayuda he podido superarme como persona.

Karen Abigail Rubio Quinchuela.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad De Las Fuerzas Armadas por brindarme tantas oportunidades y forjarme como un profesional, a mis maestros por todas las enseñanzas impartidas mismas que serán un pilar fundamental en mi vida profesional, a mi tutor el cual nos ha brindado su tiempo y conocimiento para el desarrollo del presente trabajo.

Alex Fernando Guamán Del Pino

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme, protegerme, por darme la fuerza que necesitaba para no abandonar mis estudios cuando me sentí exhausta y culminar esta meta con éxito. A mis padres, hermanas, hermano, sobrina y novio por ser mi pilar fundamental en la vida, gracias por su apoyo, ánimo y dedicación incondicional en momentos donde todo parecía inalcanzable. A mis profesores, tutor, amigos y compañeros que me han aportado sus conocimientos para poder crecer de forma profesional.

Karen Abigail Rubio Quinchuela.

Contenido

Copyleaks	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	8
Resumen	18
Abstract	19
Capítulo I	20
Planteamiento del problema de investigación	20
Antecedentes	20
Justificación	20
Alcance	24
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos	25
Capítulo II	26
Fundamento Teórico	26
Voz sobre IP	26
Telefonía IP	26
Diferencia entre VoIP y telefonía IP	27
Arquitectura VoIP	27
Protocolos VoIP	28
Asterisk	34

Características	35
Arquitectura	37
Directorios.....	40
Funciones	41
Speech To Text.....	43
Respuesta de Voz Interactiva (IVR)	44
IVR como Operadora Automática.....	44
IVR como Gestor de Base de Datos	45
Python.....	46
Códecs.....	50
G711.....	51
G726.....	51
G722.....	51
G729.....	51
SMTP.....	53
Cloud Computing	57
Beneficios de cloud computing	57
Tipos de modelo de despliegue en la nube	58
Modelos de servicios en la nube	61
Softphones.....	62
Softphones en el mercado	63
Comparación Softphones	66
Fail2Ban	67
Valores de medición	67
Latencia	68
Jitter	68
MOS (Mean Opinion Score).....	69
CoS (Class of Service).....	70

	12
R-Factor	71
VoIP Spear	71
Capítulo III.....	73
Análisis, Diseño y Desarrollo	73
Análisis de los requerimientos	73
Definición del escenario físico	73
Análisis de la población	74
Análisis de parámetros de elección de proveedor Cloud-Hosting	74
Definición de los escenarios.....	77
Proveedor de la nube	77
Tipo de IVR	79
Softphone.....	79
Códec	80
Diseño de software	81
Python	81
Asterisk.....	92
Fail2Ban.....	107
Correo electrónico.....	109
VoIP Spear	112
Pruebas del desarrollo del sistema	116
Pruebas Python	116
Pruebas Asterisk.....	120
Capítulo IV.....	129
Análisis de resultados	129
Cálculo de la muestra.....	129
Análisis del desempeño y funcionamiento del asistente virtual.	131
Capítulo V.....	154

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	154
Conclusiones	154
Recomendaciones.....	156
Trabajos futuros.....	158
Referencias	159

Índice de tablas

Tabla 1 Características de los protocolos de señalización.....	31
Tabla 2 Descripción de los directorios de Asterisk	40
Tabla 3 Características técnicas de los códecs	52
Tabla 4 Características subjetivas de los códecs	52
Tabla 5 Ventajas y desventajas de los modelos de despliegue en la nube.....	61
Tabla 6 Mean Opinion Score (MOS)	69
Tabla 7 Códec y clasificaciones MOS.....	70
Tabla 8 Valores de R-Factor	71
Tabla 9 Especificaciones técnicas y subjetivas del códec G.711.....	80
Tabla 10 Formato creación de cuentas de usuarios	89
Tabla 11 Tipo de extensión y prioridad	99
Tabla 12 Parámetros para la creación de usuarios.....	118
Tabla 13 Características de la llamada de Quito a Riobamba.....	122
Tabla 14 Pérdida de paquetes.....	123
Tabla 15 Características de la llamada de Riobamba a Quito.....	124
Tabla 16 Pérdida de paquetes.....	125
Tabla 17 Características de las llamadas al sistema	127
Tabla 18 Valores de z, dependiendo el nivel de confianza	131
Tabla 19 Niveles de calificación de Likert.....	132
Tabla 20 Valores MOS tomados del monitor VoIP Spear	140
Tabla 21 Comparación de los valores obtenidos en el monitoreo y la ITU-T G.114	143

Índice de figuras

Figura 1 Arquitectura VoIP	28
Figura 2 Intercambio de mensajes	29
Figura 3 Intercambio de mensajes en una llamada	30
Figura 4 Llamadas realizadas utilizando el protocolo SIP	30
Figura 5 Mensajes de los protocolos de control de señalización	32
Figura 6 Protocolos involucrados en una llamada SIP	34
Figura 7 Funcionalidades de Asterisk	36
Figura 8 Arquitectura de Asterisk.....	38
Figura 9 IVR como Operadora Automática.....	45
Figura 10 IVR como Gestor de Base de Datos	45
Figura 11 Modelo básico del protocolo simple de transferencia de correo	54
Figura 12 Conversación entre cliente de email y servidor SMTP.....	55
Figura 13 Principales pasos del proceso de transferencia para SMTP	56
Figura 14 Proveedores de nube pública.....	59
Figura 15 Nube privada	60
Figura 16 Nube híbrida.....	60
Figura 17 Comparación de Softphones disponibles en el mercado.....	66
Figura 18. Calculo número de canales por tabla Erlang B	76
Figura 19 Tarifas básicas ofertadas por Vultr	78
Figura 20 Precio y características de instancias SSD en la nube de Vultr	78
Figura 21 Importación de módulos para envío de correo electrónico	82
Figura 22 Argumentos de entrada del script mensaje.py.....	83
Figura 23 Proceso de empaquetado de mensaje y archivo adjunto para envío por correo electrónico	84
Figura 24 Configuración del servidor SMTP y envío de correo electrónico	84
Figura 25 Importación módulos a utilizar en el script base.py	86
Figura 26 Argumentos de entrada del script base.py.....	87
Figura 27 Modo de descarga de base de usuarios y documentación.....	88
Figura 28 Modo de consulta de datos de usuarios.....	90
Figura 29 Importación de módulos a utilizar en script voice.py	91

Figura 30 Reconocimiento de comandos de voz	91
Figura 31 Asterisk instalado	93
Figura 32 Configuración del contexto general, archivo sip.conf	95
Figura 33 Configuración del contexto usuario, archivo sip.conf.....	95
Figura 34 Creación se usuarios en el archivo sip.conf	96
Figura 35 Contenido del archivo usuarios.txt para la creación de las extensiones en el archivo sip.conf	96
Figura 36 Diagrama de flujo del IVR	98
Figura 37 Configuración del contexto tesis del archivo extensions.conf.....	100
Figura 38 Configuración del contexto validación del archivo extensions.conf.....	101
Figura 39 Configuración del contexto ivr en el archivo extensions.conf	103
Figura 40 Configuración del contexto carrera1, parte1	104
Figura 41 Configuración del contexto carrera1, parte2	105
Figura 42 Configuración del contexto solicitudes, parte1	106
Figura 43 Configuración del contexto solicitudes, parte2	107
Figura 44 Configuración de Asterisk en el archivo jail.conf.....	108
Figura 45 Estado de la herramienta para el servicio de Asterisk	109
Figura 46 Drive como base de datos	110
Figura 47 Herramienta generadora de links.....	110
Figura 48 Proceso para generar el link.....	111
Figura 49 Link generado.....	111
Figura 50 Configurar los permisos de compartir a público.....	112
Figura 51 Configuración de correo electrónico para el acceso de apps menos seguras	112
Figura 52 Crear el punto final.....	114
Figura 53 Descripción del funcionamiento del punto final de monitoreo	115
Figura 54 Filtrado de información	115
Figura 55 Ejecución script mensaje.py	116
Figura 56 Mensaje recibido en el usuario final.....	116
Figura 57 Ejecución del script base.py en modo descarga	117
Figura 58 Resultado script base.py en modo descarga	118
Figura 59 Ejecución del script base.py en modo consulta	119
Figura 60 Ejecución del script voice.py.....	120

Figura 61 Usuarios creados en el archivo sip.conf	120
Figura 62 Monitoreo realizado.....	121
Figura 63 Proceso para el registro en el Softphone Zoiper	121
Figura 64 Llamada Quito a Riobamba	122
Figura 65 Estadística de la red.....	123
Figura 66 Llamada desde Riobamba a Quito	124
Figura 67 Estadística de la red.....	125
Figura 68 Llamada al sistema	126
Figura 69 Paquetes perdidos a) Llamada 1, b) Llamada 2, c) Llamada 3	127
Figura 70 Correos recibidos a) Llamada 1, b) Llamada 2, c) Llamada	128
Figura 71 Resultados de la pregunta 1	133
Figura 72 Sistemas operativos compatibles con Zoiper	134
Figura 73 Resultados de la pregunta 2	135
Figura 74 Resultados de la pregunta 3	136
Figura 75 Resultados de la pregunta 4	137
Figura 76 Mapa de calor y promedio de la calidad MOS de la plataforma VoIP Spear, a) 24 de enero, b) 26 de enero, c) 27 de enero, d) 31 de enero	139
Figura 77 Latencia y pérdida de paquete obtenidos de la plataforma VoIP Spear, a) 24 de enero, b) 26 de enero, c) 27 de enero, d) 31 de enero.....	141
Figura 78 Resultados de la pregunta 5	144
Figura 79 Relación calidad de audio con proveedor de servicio.....	146
Figura 80 Resultados de la pregunta 6	147
Figura 81 Media ancho del ancho de banda del internet en Ecuador	148
Figura 82 Relación calidad de audio con ancho de banda.....	149
Figura 83 Resultados de la pregunta 7	150
Figura 84 Resultados de la pregunta 8	151
Figura 85 Resultados de la pregunta 9	152

Resumen

En el presente proyecto de investigación se desarrolla, implementa y evalúa un prototipo de central telefónica IP virtual basada en el software libre Asterisk y Python, el servicio implementado está alojado en la nube y se encuentra funcionando a tiempo completo para los estudiantes del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. El sistema permite una comunicación de respuesta inmediata mediante una interacción IVR, en el cual el usuario solicita diversos documentos como solicitudes, papeles para validación de prácticas preprofesionales, etc., la información solicitada previa una validación de usuario y código de estudiante ID, luego este pedido se analiza y es enviada al correo electrónico institucional de manera directa. Además, de permitir la llamada entre usuarios por medio del ID como “número telefónico”.

Para incrementar la seguridad del servidor se implementa la herramienta Fail2ban encargada de evitar accesos al sistema usando “fuerza bruta”, por otro lado, para saber la calidad de la llamada y la calidad de audio se utiliza el servidor VoIP Spear que monitorea el servicio creado constantemente. Finalmente, el sistema está diseñado con el propósito de disminuir el tiempo de búsqueda de documentos para los estudiantes y el fácil manejo y comunicación de la información por parte de los Directores de Carrera que pertenecen al Departamento DEEL hacia los estudiantes.

Palabras clave:

- **TELEFONÍA IP**
- **ASTERISK**
- **PYTHON**
- **IVR**

Abstract

In the present research project, a prototype of a virtual IP telephone exchange based on the free software Asterisk and Python is developed, implemented and evaluated, the implemented service is hosted in the cloud and is working full time for the students of the Department of Electricity, Electronics and Telecommunications. The system allows an immediate response communication through an IVR interaction, in which the user requests various documents such as applications, papers for validation of pre-professional practices, etc., the information requested after user validation and student ID code, then this The request is analyzed and sent directly to the institutional email. In addition, to allow the call between users by means of the ID as "telephone number".

To increase the security of the server, the Fail2ban tool is implemented, in charge of avoiding access to the system using "brute force", on the other hand, to know the quality of the call and the audio quality, the Spear VoIP server is used, which monitors the created service. constantly. Finally, the system is designed with the purpose of reducing the time of searching for documents for the students and the easy handling and communication of the information by the Career Directors that belong to the DEEL Department towards the students.

Keywords:

- **IP TELEPHONY**
- **ASTERISK**
- **PYTHON**
- **IVR**

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

Con el gran crecimiento y uso extendido de las redes IP, la industria de las comunicaciones y telecomunicaciones ha sido partícipe de importantes avances tecnológicos en lo concerniente a la infraestructura de comunicación de voz. El primer cambio se produjo con el paso de sistemas analógicos a sistemas digitales y el segundo y aun cobrando magnitud, el paso a la telefonía IP, utilizando la tecnología denominada como VoIP (Voice Over Internet) (Soler, 2009).

Actualmente las comunicaciones se encuentran en una época de cambio a lo denominado comunicaciones unificadas, cuya definición puede darse como comunicaciones integradas para la optimización de procesos, es decir un producto que solucione diversos componentes y elementos tales como mensajería sea esta del tipo correo electrónico, voz, video o mensajería instantánea, telefonía, acceso a conferencias, estado del dispositivo, uso compartido de información y demás usos, todo ello englobado en una sola interfaz de usuario. (Panasonic, 2020). Permitiendo con ello una mejor gestión de equipos, optimización de las comunicaciones, movilidad y en ambientes comerciales un aumento de la productividad y mejora del servicio al cliente.

Justificación

Debido al gran número de estudiantes con que cuenta la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el lograr obtener atención por parte de las dependencias y autoridades de manera rápida y oportuna, resulta una tarea complicada, muchas veces debido a la poca disponibilidad de tiempo que las autoridades presentan para resolver dudas a los estudiantes,

principalmente por no contar con personal de apoyo o las múltiples actividades que diariamente desarrollan, para resolver dudas a los estudiantes. Debido a esta alta demanda frente al tiempo disponible para atender, y el requerimiento de obtener una respuesta más rápida directa para los estudiantes, se propone en este trabajo e investigación utilizar tecnologías de apoyo como es la Telefonía IP y específicamente el servicio del IVR (Interactive Voice Response) mejor conocido como un recepcionista virtual, el cual permite al estudiante acceder a varios menús con la información y documentación de su interés de manera más rápida, sin necesidad de ser atendido directamente por la autoridad académica (Sinchire Arrobo, 2013)

Los argumentos anteriormente expuestos hacen comprender de mejor forma la razón por la cual en la actualidad varias empresas adoptan estas nuevas tecnologías para mantener una comunicación tanto a nivel interno como externo, gracias a lo cual se logra una comunicación transmisión tanto en voz como en datos utilizados para optimizar procesos previamente considerados como de acceso recurrente por los usuarios. Actualmente existen tecnologías como la telefonía IP en la nube, este servicio puede ser prestado a través de una aplicación accesible vía Internet. El concepto de nube se utiliza cuando el servicio puede ser accedido desde cualquier dispositivo con acceso a internet por medio de una aplicación de software instalada en una computadora, Tablet o celular o, también mediante Teléfonos IP. (Anura, 2017). El uso de telefonía en la nube para la comunicación presenta varias ventajas sobre la telefonía fija entre las cuales podemos mencionar el fácil acceso para realizar la comunicación independientemente de su ubicación, utilizando para ello el acceso a internet de su dispositivo móvil, el mismo que podrá ser suministrado por un proveedor de telefonía móvil o una red wifi. La telefonía en la nube no está pensada solamente para comunicaciones de voz, ya que al realizarse a través de software permite la integración de distintas herramientas,

permitiendo inclusive comunicaciones a través de video con diferentes herramientas colaborativas o de gestión para el trabajo. (Ramírez Chóez, 2019)

La telefonía en la nube presenta diferencias funcionales que la telefonía fija no puede ofrecer entre las cuales se destacan la posibilidad de recibir los mensajes del buzón de voz por email, cuentas con asistentes virtuales para facilitar la comunicación, realizan grabaciones de las llamadas y las envían a servicios de almacenamiento como Dropbox, pueden contar con sistemas de facturación Electrónica, entre otros. Sin embargo, la principal diferencia es la alta definición en las llamadas, ya que al utilizar mayor ancho de banda ofrece una mejora de calidad notable en comparación de la telefonía fija tradicional. (CASTRO MONCAYO, 2019)

El fácil acceso a la información y documentación académica es importante para que el estudiante pueda realizar los diversos procesos y esté al tanto de las últimas noticias sobre algún tema de interés. Durante el proceso de educación universitaria el alumno requiere realizar diversos procesos comunes independientemente de la Carrera que esté cursando, entre estos tenemos prácticas preprofesionales, proyectos de vinculación con la sociedad y solicitudes varias como justificación de faltas, legalización de documentos, levantamiento de impedimentos académicos, entre otros (ESPE, 2020), los cuales requieren documentos como cartas de compromiso, formatos de informes, control y evaluación de avances de actividades, solicitudes de justificación, entre otros, los mismos que resultan muchas veces difíciles de encontrar para los estudiantes debido a que en la página web general de las Carreras no se detalla toda la base de datos de la documentación de los distintos procesos estudiantiles. Cada Carrera maneja su propia página web la cual muchas veces presenta formatos de documentos no actualizados, que en su mayoría no se encuentran enlazados directamente en la página principal, razón por la cual muchos estudiantes no logran encontrar dichos documentos y al tratar de realizar dicho proceso

el tiempo consumido es excesivamente elevado y recurrentemente no se obtiene la versión final de los formatos documentales o simplemente no se encuentra el documento requerido.

Por este motivo se dimensionará e implementará un asistente virtual para gestión de archivos e información de documentación basado en telefonía IP para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE, en el cual mediante el uso de un software (Softphone) se realizará la consulta, con ayuda del asistente virtual, mismo que empezará por pedir que ingrese su ID estudiantil, para luego ser verificado por medio de un conector ODBC (Atzikan Irak Estrada Bernal, 2018) sí forma parte de una base de datos previamente establecida, en caso de pertenecer a la misma informará al usuario las diferentes temáticas de documentos a las que el estudiante pueda acceder, una vez seleccionado la temática y el documento o información que se desea, se adopta el uso de servidores SMTP es decir protocolo simple de transferencia de correo el cual hace las veces de “cartero electrónico” y permitiendo el transporte de ese correo electrónico por Internet (Riabov, 2005), para realizar una entrega personal y segura de la información o documentación a cada estudiante, a diferencia de distintos sistemas este englobará toda la información y documentación de los distintos procesos académicos del estudiante y será directamente enviado al correo institucional del mismo para su descarga y utilización.

Para su correcto funcionamiento deberá existir una base de datos que presente toda la documentación de las distintas Carreras del Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones que formen parte del sistema al cual tendrán acceso los encargados de estas (Director de Carrera), en el cual puede acceder para actualizar los distintos formatos de documentos o información que sea necesaria cargar en el sistema.

Alcance

El presente proyecto tiene como finalidad investigar y analizar el estado del arte sobre los protocolos de señalización de llamadas, protocolos de control, protocolos de transporte de voz, protocolos de plataforma IP, tipos de códecs, la implementación de centrales virtuales realizadas en Asterisk, Python, protocolo SMTP, técnicas QoS y herramienta de medición de la calidad de voz.

Así mismo se pretende implementar un asistente basado en telefonía IP para la gestión de archivos e información de documento mediante un servidor virtual para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE, para esto se tomará en cuenta el número de estudiantes del Departamento y la hora pico en las que podrían realizar las consultas, para así definir requerimientos mínimos para la implementación y por medio de la investigación se decidirá el tipo de códec y Softphone a utilizar en la implementación.

Por otro lado, se realizará un análisis de las prestaciones del servicio a impartir por medio de la evaluación del sistema, mediante encuestas de satisfacción, herramientas de monitoreo de llamadas VoIP, bajo los parámetros de QoS y finalmente se realizará una medida subjetiva MOS proporcionada por los estudiantes que usen el asistente virtual.

Objetivos

Objetivo General

Analizar, implementar y evaluar un asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio del estado del arte sobre la implementación de centrales virtuales VoIP, y análisis de los protocolos de transmisión de voz y datos para aplicaciones en tiempo real.
- Analizar y dimensionar el tipo de información requerida de forma “común” por parte de usuarios hacia el Departamento y Carreras del DEEL, así como la transaccionalidad cliente – usuario.
- Evaluar el desempeño y funcionamiento del sistema IVR (asesor virtual) considerando configuraciones de QoS, y niveles de satisfacción de usuario
- Elaborar un manual de usuario para la instalación y uso del sistema implementado para SO de Android y iOS.

Capítulo II

Fundamento Teórico

El presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer los conceptos básicos necesarios para que resulte entendible el desarrollo del presente proyecto, empezando con definiciones sobre Telefonía IP, Voz sobre IP (VoIP) su estructura y protocolos, conceptos relacionados a centrales telefónicas basadas en servidores en la nube, manejo de IVR en la telefonía IP y sus tipos, funcionalidades ventajas y desventajas que ofrece el software Asterisk para el manejo de una central telefónica (PBX), Python como lenguaje de programación en el cual se desarrollarán aplicativos, conversiones de voz a texto y herramientas de monitoreo de servidores.

Voz sobre IP

VoIP o voz sobre IP es un conjunto de recursos, es decir una tecnología que permiten que la señal de voz viaje a través de internet por medio de la aplicación del Protocolo de Internet (IP), es decir la señal de voz se envía de forma digital, en paquetes de datos.

Telefonía IP

Es un servicio telefónico que integra aplicaciones de VoIP y adiciona prestaciones de valor agregado que son parte de la telefonía tradicional, como: la numeración, contestadora automática, llamadas en espera, identificación de números, facturación, desvío de llamadas, llamadas a tres, IVR (Respuesta de Voz Interactiva), entre otros y utiliza circuitos virtuales, por esto la conmutación de paquetes es transparente para el usuario, además utiliza el estándar internacional E.164 que brinda a cada país un código numérico para las llamadas telefónicas internacionales y especifica el formato, la jerarquía y la estructura de estos códigos.

Diferencia entre VoIP y telefonía IP

Entonces, VoIP es la tecnología que permite transmitir voz utilizando el protocolo IP, abarcando normas, protocolos, dispositivos, sistemas, etc. y la telefonía IP es el servicio telefónico que utiliza la tecnología VoIP para realizar llamadas con valores agregados de la telefonía tradicional. (Ramírez Chóez, 2019)

Arquitectura VoIP

Los elementos principales en la arquitectura VoIP son:

- Gateway

Acopla la red de datos IP a la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) y a la red de telefonía tradicional, esto es completamente transparente para el usuario.

- Gatekeeper/Servidor

Este elemento administra, gestiona y controla los recursos de la red y soporta enrutamiento de llamadas, es decir son el centro de toda la organización VoIP.

- Terminales

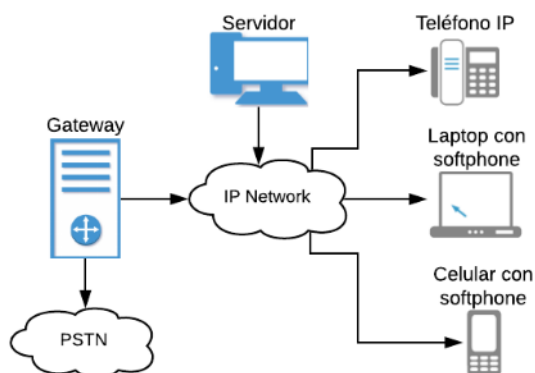
Es un teléfono IP, sustituto del teléfono convencional, este soporta VoIP y podría conectarse directamente a una red de datos IP, asimismo se puede implementar tanto en software (Softphone) como en hardware (teléfono IP). Estos dispositivos son administrados por un Agente de Usuario que siempre se encuentra activo, inician y finalizan las sesiones, empleando mensajes para solicitar algún servicio, responden solicitudes y solicitan respuestas.

A continuación, en la figura 1, se observa los elementos fundamentales de la arquitectura VoIP y como se encuentran interconectados, los terminales como la laptop y el

celular se encuentran con el software Softphone, este tema se verá a continuación, que les permite funcionar como equipo terminal.

Figura 1

Arquitectura VoIP



Nota: El grafico representa la arquitectura de telefonía digital de VoIP. Tomado de: López, H. (2011). Elementos fundamentales de una red VoIP [Figura]. Repositorio ESPE, Sangolquí, Ecuador, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4845/1/T-ESPE-032947.pdf>

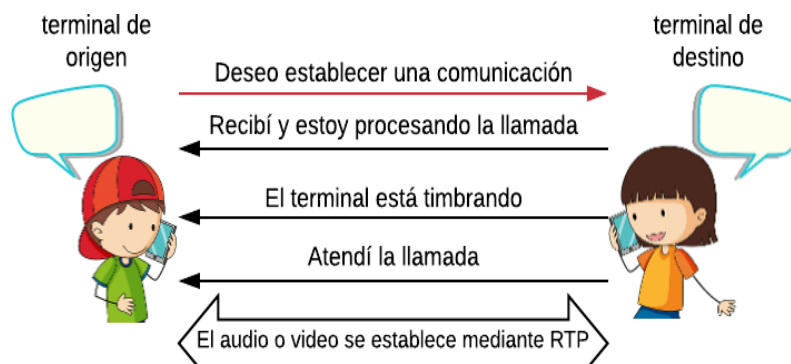
Protocolos VoIP

Lenguaje que utilizan los dispositivos VoIP para la conexión, de esto depende la eficiencia, complejidad, establecimiento y control de la comunicación.

Protocolos de señalización de llamada.

Estos realizan las tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, etc. y se encuentran en la capa de sesión del modelo OSI. El proceso de mensajes de solicitud-respuesta se realiza por medio de estos protocolos: SIP, H323, IAX, MGCP, entre otros.

En la figura 2, se puede observar el intercambio de mensajes, finalmente el audio y video se establece mediante RTP (Protocolo de Transporte en Tiempo Real) que se encarga de transportar los datos multimedia (audio o video).

Figura 2*Intercambio de mensajes*

Nota: La figura muestra el proceso para una comunicación VoIP. Tomado de: López, H. (2011). Intercambio de mensajes solicitud-respuesta [Figura]. Repositorio ESPE, Sangolquí, Ecuador, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4845/1/T-ESPE-032947.pdf>

A continuación, se detalla el funcionamiento de los protocolos de señalización de llamada comúnmente utilizados en la actualidad:

- SIP

Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP) de la entidad Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF), permite establecer sesiones multimedia por medio del modelo cliente-servidor, donde el terminal origen realiza la función de cliente y el terminal destino de servidor. Las peticiones o respuestas entre agentes de usuarios lo realizan por medio del servidor proxy a través del puerto 5060 de UDP, por este motivo el mensaje de confirmación se denomina acuse de recibo (ACK) e indica si el mensaje ha llegado correctamente.

La figura 3, muestra el intercambio de mensajes utilizando el protocolo SIP durante una llamada utilizando Wireshark, como se observa se encuentra el mensaje de invitación, el mensaje de autorización el ACK, el trying para el intento de comunicación, un nuevo ACK, el mensaje de BYE para el inicio de la desconexión y finalmente el OK para la desconexión. Como

se observa se utilizó el puerto 5060 y fue una comunicación fallida porque no se pudo poner en marcha el protocolo RTP.

Figura 3

Intercambio de mensajes en una llamada



Nota: La figura presenta los mensajes de una llamada utilizando el protocolo SIP visualizado en el captador de datos Wireshark.

Además, en la figura 4 se evidencia las llamadas realizadas utilizando el protocolo SIP, la duración de las mismas y el número de paquetes IP que se transmitieron.

Figura 4

Llamadas realizadas utilizando el protocolo SIP

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Duration	Packets	State
2.644552	75.935161	67.205.173.169	<sip:395@67.205.173.169>	<sip:399@192.168.1.41:51690;ob>	SIP	00:01:13	5	COMPLETED

Nota: La figura muestra los intentos de llamada realizados utilizando el protocolo SIP.

- IAX 2

Protocolo específico de Asterisk (software que proporciona funcionalidades de una central telefónica) de código libre, a continuación, se detalla de mejor manera que es Asterisk.

Utiliza el puerto 4569 UDP para la señalización, tiene muy buena seguridad ya que permite la autenticación, asimismo permite realizar multiplexación y trunking. (Mahler, 2005)

- H.323

Protocolo para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquete de red donde no se garantiza calidad de servicio, este es una recomendación de la ITU-T. Este se basó en estándares existente para así proveer de mecanismos para el transporte de aplicaciones multimedia en redes LAN sin embargo ha evolucionado rápidamente y cumple con las necesidades de VoIP. Fue el primero en adoptar RTP para transportar audio y video sobre redes IP. (López, 2011)

Seguidamente se presenta la tabla 1, con las características más importantes de los protocolos de señalización mencionados anteriormente.

Tabla 1

Características de los protocolos de señalización

Protocolo	SIP	IAX	H.323
Entidad	IEFT	Asterisk	ITU-T
Señalización de llamada	SIP	IAX o IAX2	H.225/Q.931
Transporte de audio	RTP	RTP	RTP
Puerto	5060 UDP	4569 UDP	1300 TCP

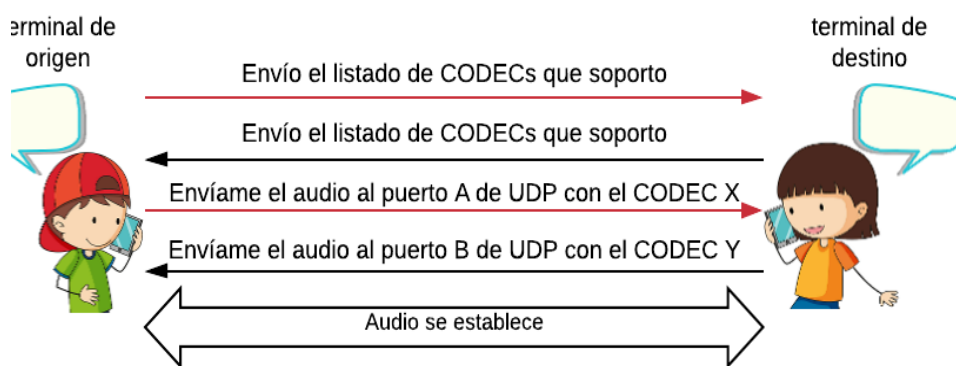
Nota: La tabla muestra los protocolos SIP, IAX, H.323 y las características de los mismos.

Protocolos de control de señalización de llamada.

Estos protocolos definen dos parámetros esenciales, el primero es el puerto de UDP y el segundo es el Códec para utilizar en la llamada, como se muestra en la figura 5, realizan una “negociación”.

Figura 5

Mensajes de los protocolos de control de señalización



Nota: La figura muestra el protocolo de control de señalización. Tomado de López, H. (2011). Ejemplo explícito de mensajes de los protocolos de control de señalización de llamada [Figura]. Repositorio ESPE, Sangolquí, Ecuador, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4845/1/T-ESPE-032947.pdf>.

El protocolo SIP utiliza el protocolo de control SDP (Protocolo de la Descripción de la sesión) aquí se envían los parámetros a negociar, como lo es el listado en orden de prioridad de los códecs, esto se puede observar en la figura 3 “Intercambio de mensajes en una llamada” en la página 30 (cuadro naranja), la IP y el puerto en el que se desea recibir el audio. Por otro lado, H.323 utiliza H.245 y negocia los parámetros antes mencionados después de establecer la llamada por lo cual se genera un retardo.

Protocolos de transporte.

Transporta la voz o carga útil, audio o video codificados mediante UDP, este protocolo se denomina RTP (Protocolo de Transporte en Tiempo Real) y trabaja conjuntamente con RTCP (Protocolo de Control de Transporte en Tiempo Real) el cual se encarga de monitorear

estadísticas de transmisión de calidad de servicio (QoS), como jitter, paquetes recibidos, paquetes enviados, paquetes perdidos, latencia, etc. y con esto informa a los terminales tanto de origen como de destino la efectividad y eficacia de la comunicación.

Estos protocolos se sitúan a nivel de aplicación del modelo TCP/IP, por otro lado, RTP utiliza el puerto 5004 y RTCP el protocolo 5005 por defecto.

RTP

- Identifica el tipo de información transportada.
- Añade marcadores temporales para indicar el instante de emisión del paquete. De esta forma, el destino puede sincronizar los flujos, mide los retardos y la fluctuación.
- Incluye números de secuencia a la información transportada para detectar la pérdida de paquetes y así poder entregar los paquetes al destino.
- Puede ser transportado por paquetes multicast para encaminar conversaciones hacia múltiples destinos.
- No realiza reservas de recursos, no controla la calidad de servicio, ni garantiza la entrega del paquete en la recepción.
- Incluye la identificación del sistema en el que está codificada la información de audio o video que contiene, es decir el códec utilizado en el origen.

RTCP

- Utilizado para el intercambio de información de control como el número de paquetes perdidos, retardo, jitter, etc. entre los distintos participantes de la sesión.
- Puede ser utilizado, así como el protocolo RTP, tanto para la transmisión de información multimedia unicast como multicast.

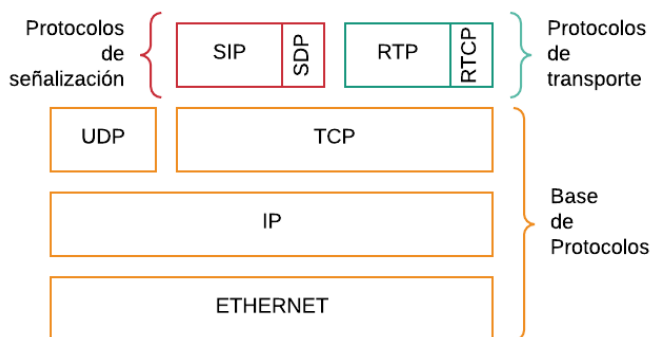
- Se incluye el nombre CNAME (Canonical Name) de los participantes de la sesión. Este es único para cada participante y tiene la forma: usuario@host.

Protocolos de plataforma IP.

En este apartado se agrupan los protocolos básicos en redes IP, los cuales son la base sobre la cual se añaden los protocolos anteriormente mencionados. La figura 6 muestra la base de protocolos IP que son: Ethernet, IP, TCP y UDP; sobre estos se encuentran el protocolo de señalización SIP con su protocolo de control de señalización SDP y el protocolo RTP con su protocolo complementario RTCP.

Figura 6

Protocolos involucrados en una llamada SIP



Nota: La figura muestra los protocolos que intervienen en una llamada VoIP.

Asterisk

Es un software libre bajo licencia GPL (General Public License), de código libre, que gestiona comunicaciones telefónicas tradicionales e IP a través de protocolos VoIP además presenta características tales como, buzón de voz, conferencias, IVR, distribución de llamadas, etc.

Asterisk permite diseñar un sistema de telefonía a medida, al mismo tiempo que puede crecer en funcionalidades de acuerdo con los requerimientos que con el pasar del tiempo la Institución defina. Con una conexión a INTERNET la aplicación puede enlazar varias sedes, reduciendo de esta forma los costes de telefonía interna. (Barba, 2003)

Características

Debido a la peculiaridad de Asterisk y los estudios del mismo ha encontrado algunas características relevantes:

Económico

Debido a que es Open Source, el código fuente y las actualizaciones que existen periódicamente son gratuitas, integra prestaciones que en las centradas propietarias son de pago solamente se deben configurarla, soporta 500 extensiones siempre y cuando el servidor tenga el almacenamiento suficiente sin necesidad de algún costo extra y por cada extensión viene asociado el buzón de voz personal y otras prestaciones que fueron nombradas anteriormente.

Robusto y Potente

Es más robusto debido a que se ejecuta sobre servidores Linux y potente ya que se ha diseñado para que pueda realizar todo lo que el sistema tradicional de telefonía puede hacer, a continuación, se encuentran algunas de estas funcionalidades:

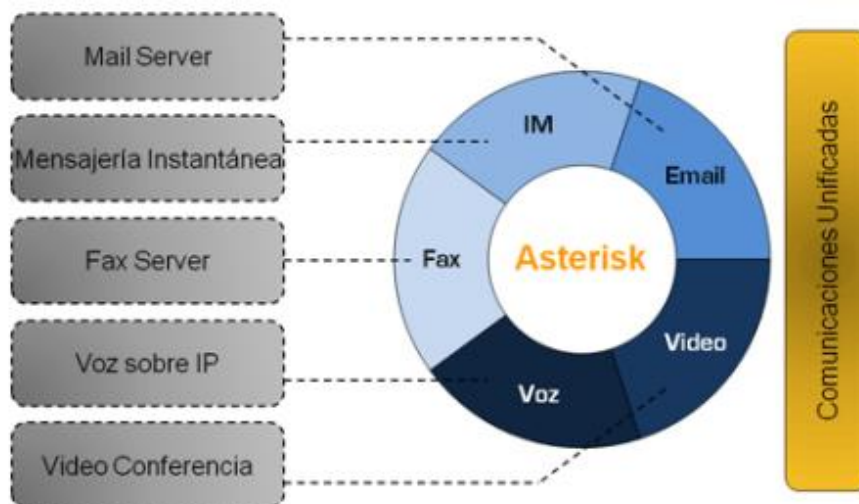
- Desvíos de llamadas.
- Buzón de voz con consulta en la web o envío al correo electrónico del mensaje como un archivo de sonido.
- Música en espera.

- Multiconferencias de voz
- Aplicaciones interactivas.
- Identificación de llamadas.
- Registro de llamadas.
- Call center básico.

En la figura 7 se observan algunas funcionalidades mencionadas.

Figura 7

Funcionalidades de Asterisk



Nota: La figura muestra las principales funciones que pueden ser ejecutadas utilizando asterisk como: VoIP, Fax Server o Videoconferencias. Tomado de: Castro, R. (2019). Servidor de comunicaciones unificadas [Figura], Quito, Ecuador, <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/2153/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-059.pdf>

Escalable y flexible

Se dice que es flexible ya que se adapta a cada organización dependiendo a las necesidades que cada una posea. Al ser Open Source la central se puede programar de acuerdo con estas necesidades. Si por alguna razón incrementan las necesidades de la organización,

basta con realizar cambios en la programación realizada para abastecer y satisfacer a la empresa, por esto decimos que es escalable.

Soporta una variedad de códecs.

Asterisk soporta códecs tanto de audio como de video entre los más utilizados se encuentran, G.711 y G.729 para video y H.264 para video.

Soporta varios protocolos

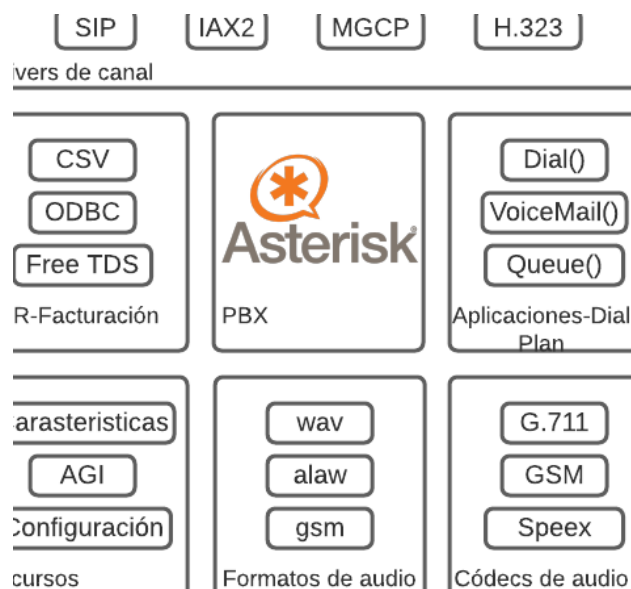
Anteriormente se mencionaron los protocolos utilizados por VoIP, en este caso Asterisk utiliza una gran variedad de protocolos de señalización como: SIP, IAX2, H.323, entre otros, sin embargo, los mencionados son los más utilizados por esta plataforma.

Integración con la PSTN

Al tener esta opción Asterisk es compatible con la telefonía tradicional, esto se lo realiza por medio de tarjetas analógicas, por esto es la característica más importante y sobresaliente.

Arquitectura

Asterisk es un software que fue diseñado por medio de módulos, los mismo son adaptados a los diferentes proyectos que se realicen, dependiendo de las necesidades a cubrir, teniendo así un sistema de máxima flexibilidad.

Figura 8*Arquitectura de Asterisk*

Nota: La figura representa los principales drivers, códec y formatos de audio utilizados por Asterisk. Tomado de. Barba, R. 2012, Arquitectura de Asterisk [Figura], Riobamba, Ecuador, <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/4055/1/20T00457.pdf>

En la figura 8, se observan los 7 módulos de esta arquitectura gestiona:

Drivers de canal

Este módulo maneja los protocolos que tiene Asterisk, por medio de estos se realizan la señalización de la llamada, los más utilizados en las implementaciones son: SIP que utiliza el módulo chan_sip e IAX2 que utiliza el módulo chan_iax.

CDR-Facturación

Se encarga de realizar todo el registro telefónico para una posible facturación, Asterisk no cuenta con la facturación propiamente integrada, pero con modificaciones en la programación se la puede realizar. Los registros obtenidos pueden ser: número de extensión, duración de la llamada, fuente y destino de la llamada, entre otros y con estos datos se puede

realizar el proceso de facturación. Para almacenar esta información Asterisk es compatible con CSV, ODBC, Free TDS, etc.

PBX

Este es el núcleo de Asterisk, el cual permite la carga de cada uno de los módulos, es un sistema de conmutación de intercambio privado.

Aplicaciones-Dial Plan

Lanza aplicaciones que mejoran servicios de correo de voz (VoiceMail()), grabaciones, directorio telefónico (Dial()), etc. (Barba, 2003)

Recursos

Aporta otras funcionalidades a la PBX, como: música en espera, lectura de ficheros de configuración, etc.

Formatos

Este módulo maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el almacenaje de datos en el sistema de archivos, algunos de los formatos que posee Asterisk son wav, gsm, alaw, ulaw, etc. el usar de estos formatos depende mucho de la versión de Asterisk que se esté utilizando.

Códecs

Se encargan de codificar y decodificar los formatos de compresión de audio usado, los más manejados son: GSM, G.711 y Speex, también G.729, pero esta versión es licenciada.

Directorios

Para realizar una implementación en Asterisk es necesario conocer en donde se encuentran ubicados los directorios, así poder ejecutar una instancia y saber dónde se almacenan los archivos de los mismos. La descripción de estos directorios se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2

Descripción de los directorios de Asterisk

Directorio	Descripción
<i>/etc/asterisk/</i>	Contiene los archivos de configuración de Asterisk
<i>/usr/lib/asterisk/modules/</i>	Ubicación donde se almacenan los módulos cargables.
<i>/var/lib/asterisk</i>	La ubicación base para la información de estado de las variables utilizada por varias partes de Asterisk.
<i>/usr/sbin/</i>	Reside el binario de Asterisk.
<i>/var/log/asterisk/</i>	Directorio donde Asterisk guarda sus archivos de log.
<i>/var/lib/asterisk/agi-bin/</i>	Residen los scripts AGI.
<i>/var/lib/asterisk/mohmp3</i>	Contiene archivos de sonidos para la música en espera.
<i>/var/lib/asterisk/sounds</i>	Sonidos de Asterisk utiliza como prompts de voz.
<i>/var/spool/asterisk/</i>	Directorio donde Asterisk guarda archivos que genera producto de su funcionamiento como voicemail y grabaciones de llamadas.
<i>/var/run/asterisk</i>	Archivos con información de los ID de procesos (PID).
<i>/var/log/asterisk/</i>	Aquí residen los archivos de log de Asterisk como el <i>/var/log/asterisk/full</i> o el log de texto de CDRs.

Nota: La tabla muestra los principales directorios utilizados por Asterisk.

Funciones

Asterisk al ser Open Source tiene una versatilidad en las aplicaciones que se pueden realizar, por este motivo las funciones que posee son variadas y utilizarlas va a depender de lo que se desee realizar dependiendo de las necesidades que tenga la organización. Las funciones que más se evidencian en Asterisk son las siguientes:

Funciones de centralita

Con esta función se tiene la posibilidad de usar un sistema virtualizado como Virtual Box y funciona como servidor dedicado, se tiene hasta 150 extensiones, soporta líneas analógicas, RDSI, acceso primario y VoIP. Los servicios que proporciona Asterisk en función centralita son:

- Transferencia de llamadas tanto internas como externas.
- Desvío de llamadas.
- “No molestar”.
- Llamada en espera.
- Identificador de llamadas.
- Operadora digital.
- Buzón de voz.
- Monitorización de llamadas.
- Videoconferencias.

Funciones de conectividad

Debido a que el software Asterisk está desarrollado para el sistema operativo Linux, Asterisk hereda todas las funcionalidades de conectividad de este sistema.

- Firewall.

- Servidor de correo.
- Antivirus.
- Anti-spam.
- Webmail.
- Servidor DHCP.
- Servidor de mensajería instantánea.
- Servidor de impresora.
- Redes privadas virtuales (VPN).
- Proxy HTTP y FTP.
- Servidor FTP.
- Servidor Web.
- Servidor CRM.

Funciones VoIP

Tiene la posibilidad de la interconexión de varias redes VoIP por medio de VPN y la conexión la realiza por medio de teléfonos IP fijos y móviles por medio de Softphones. Todo esto con ayuda de códecs y protocolos ya mencionados.

Interoperabilidad de telefonía tradicional

Anteriormente ya se mencionó que la principal característica de Asterisk es la interconexión con la PSTN tradicional, ya que puede conectarse a las redes públicas de esta telefonía e integrarse fácilmente con centrales “tradicionales” e IP. Las tarjetas utilizadas para este proceso son FXS y FXO de la marca Sangoma las cuales son compatibles con el software de Asterisk.

Speech To Text

También conocida como Speech Recognition, reconocimiento de voz o conversión de voz a texto, se define a la capacidad que un programa o maquina presenta para identificar las palabras que son pronunciadas por el usuario y convertirlas en texto legible, dependiendo del software que se esté manejando puede presentar un vocabulario limitado capaz de identificar las palabras siempre y cuando estas sean pronunciadas de manera clara, o ser capaz de manejar diferentes acentos e idiomas identificando el habla natural de la persona, esto depende el software de reconocimiento de voz que se esté manejando.

Todo sistema de reconocimiento de voz utiliza algoritmos informáticos capaces de procesar e interpretar las palabras detectadas por un micrófono y convertirlas en texto cumpliendo 4 etapas principales que se muestran en (Rufiner & Milone, 2004) que son:

Analizar el audio: Se encarga de analizar la señal de voz previa conversión análoga/digital con el objetivo de evidenciar las características necesarias para el proceso siguiente, además de limpiar la señal para facilitar su futura clasificación.

Dividir el audio en partes: Este tipo de segmentación se encargada de dividir de acuerdo con un criterio una emisión en trozos, con el fin de separar la voz en fonemas sin embargo pueden también ser segmentadas según silabas o unidades superiores como palabras.

Digitalizar el audio: Realiza una conversión del tipo análogo/digital para ser procesada por el algoritmo utilizado.

Utilizar un algoritmo con la representación de texto adecuada: Se encarga de analizar la señal en función de reglas de lenguaje o modelos de lenguaje que utilizan diferentes fuentes de conocimiento como sintáctica, prosódica, semántica, ortografía y pragmática.

Dependiendo del algoritmo de reconocimiento de voz que se esté manejando puede utilizar el modelo acústico que representa la relación de unidades lingüísticas con señales de audio (Gautam et al., 2019), o el modelo de lenguaje que combina secuencia de palabras para relacionarlas con otras que suenen de manera similar.

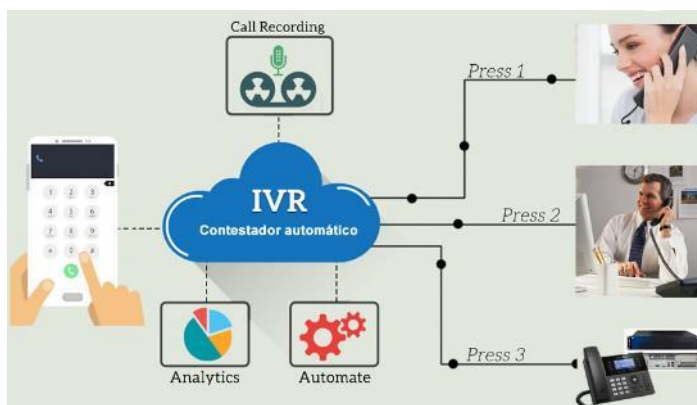
Respuesta de Voz Interactiva (IVR)

Administra y direcciona las llamadas entrantes de forma ordenada y amigable para el usuario, además le permite tener acceso a bases de datos en busca de información que sea accesible y enruta las llamadas al usuario final en corto tiempo, por otro lado, el dispositivo de entrada es un teléfono convencional y puede atender varias llamadas de manera simultánea. (Christian, 2013)

Este sistema se basa en grabaciones de mensajes y respuestas de acuerdo a requerimiento del usuario y dependiendo del tipo de servicio que ofrece ya sea la empresa o institución. Las mismas utilizan este sistema ya que reduce el tiempo de la llamada y no necesita la intervención de algún asistente. Dependiendo del servicio que proporcione la empresa o institución, el IVR se puede clasificar de la siguiente manera.

IVR como Operadora Automática

Proporciona un número de extensiones en forma de menú, el usuario realiza su elección por medio del teclado del teléfono ya sea convencional o móvil, después el sistema enruta la llamada hacia la opción elegida. Esto se muestra en la figura 9.

Figura 9**IVR como Operadora Automática**

Nota: La figura representa el funcionamiento de un IVR como operador automático. Tomado de: Telepana, <https://telepana.com/ivr/ivr.htm>

IVR como Gestor de Base de Datos

El sistema es más robusto y admite mucha más cantidad de funciones, en este caso el IVR puede realizar el conocimiento de usuarios y consultas de información a la que puede acceder, la información depende mucho de la entidad, sin embargo, por ejemplo, en una operadora de celular como Movistar la información requerida más comunes son: consultas de saldo, consulta del plan móvil, entre otros. Figura 10.

Figura 10**IVR como Gestor de Base de Datos**

Nota: La figura representa el proceso que realiza el IVR como un gestor de base de datos. Tomado de: Kranon, <https://kranon.com/ivr/>

Python

Python es un lenguaje de programación creado por Guido Van Rossum, programador holandés a inicios de los años 90, creado para trabajar manejar excepciones y tener interfaces con Amoeba el cual es un sistema operativo distribuido de investigación, basado en una arquitectura de micronúcleo y sucesor del lenguaje ABC (Holguín et al., 2014).

En el ámbito científico en la actualidad se puede señalar el incremento que ha tenido el uso de Python en reconocidos centros de investigación como el CERN de sus siglas en francés Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, Universidades como el MIT (Massachusetts Institute of Technology), Universidad de Chicago, Universidad de Jaume de España, en la cual científicos de diferentes ramas como Bioinformática, física, matemática, neurofisiología, entre otras hacen uso de este lenguaje para diferentes procesos como procesamiento de señales, análisis estadísticos, álgebra entre otros. Por esta razón Python ofrece paquetes especializados en el trabajo científico como es el caso de NumPy y SciPy las mismas que ofrecen acceso a diferentes funciones científicas que pueden llegar a competir en velocidad y tamaño con Matlab (alternativa comercial).

Python cuenta con una librería estándar la cual ofrece al programador una gran cantidad de módulos que ayudan a satisfacer las necesidades tanto básicas como avanzadas de los programadores las cuales podemos encontrar en (Python development team, n.d.), tratando temas como:

- Servicios de datos binarios
- Servicios de procesamiento de texto
- Módulos numéricos y matemáticos

- Módulos de programación funcional
- Acceso a archivos y directorios
- Persistencia de datos
- Compresión y archivado de datos
- Servicios genéricos de sistemas operativo
- Comunicación en redes y manejo de datos en la internet
- Protocolos y soporte de internet

Gracias al uso de estas librerías este lenguaje ha tenido una amplia gama de usos en ámbitos como procesamiento de datos hasta el aprendizaje de máquina, debido a su característica modular y versatilidad que le permite trabajar de manera correcta con otros lenguajes, ha sido utilizado por una gran cantidad de empresas muy reconocidas, como es el caso de Google, Facebook, Instagram, Spotify, Quora, Netflix, Dropbox, Reddit, entre otras. Brindando a las mismas rentabilidad, productividad y escalabilidad, también ofrece el desarrollo de aplicaciones que permitan conectar con el mundo real en temas de IoT (internet de las cosas) en plataformas como Raspberry Pi.

Según (Affde, 2019) para el año 2018 Python lidera la lista de idiomas principales utilizados por desarrolladores, con un 84%, mientras que el restante 16% lo prefiere como un idioma secundario, teniendo un mayor incremento porcentual en aplicaciones como el análisis de datos, aprendizaje automático, desarrollo tanto web, juegos y aplicaciones móviles.

Los módulos para utilizar en el presente aplicativo son:

1. XLRD

Esta biblioteca ofrece leer datos de archivos Excel en formato .xls y realizar funciones básicas como obtener nombres de las hojas del libro, obtener objetos dentro de la hoja, operaciones en las filas y columnas de la hoja de trabajo tales como número de filas y columnas válidas, datos de las diferentes filas y columnas.

2. POPEN

Este módulo permite generar nuevos procesos y obtener valores en entrada, salida y error de sus retornos, es decir abre una tubería hacia o desde el comando. El valor de retorno es un objeto de archivo abierto conectado a la tubería, que se puede leer o escribir dependiendo de si el modo es 'r' o 'w', presenta la siguiente sintaxis.

```
os.popen(command[, mode[, bufsize]])
```

3. EMAIL.MIME

Este módulo es parte de una API de correo electrónico heredada, que obtiene una estructura de objeto de mensaje, pasando un texto o archivo adjunto a un analizador, para los mensajes MIME, el paquete email proporciona diferentes subclases que facilitan el trabajo, las mismas estas definidas en (Python development team, 2021) como:

MIMEBase: Clase base para todas las subclases específicas de MIME Message.

MIMENonMultipart: Es una clase base intermedia para mensajes tipo MIME que no son multiparte con el propósito general de evitar el uso del método attach().

MIMEMultipart: Es una clase base intermedia para mensajes tipo MIME que son multiparte, consta de subpartes (`_subparts`) las cuales se añaden secuencialmente al mensaje utilizando el método `Message.attach`.

MIMEApplication: Esta clase es utilizada para representar objetos de mensajes MIME de tipo aplicación principal, contiene el parámetro `_data` que es una cadena que contiene los datos de bytes sin procesar que luego por medio de un `_encoder` son codificados de manera predeterminada en base64 para su futuro transporte.

MIMEAudio: Es una subclase de `MIMENonMultipart`, utilizado para crear objetos tipo MIME de audio, que al igual que la clase anterior presenta una cadena de datos sin procesar (`_audiodata`). Los datos de audio pueden ser decodificados por el módulo `snrhdr` de la librería estándar de Python.

MIMEMessage: Esta clase es utilizada para crear objetos de tipo mensaje el cual es instancia de la clase `Message`, que presenta el subtipo por defecto RFC 822 sin embargo puede utilizar diferentes estándares como RFC 2045, RFC 2047.

MIMEText: Esta clase es utilizada para crear objetos de tipo texto, el cual es almacenado en un conjunto de caracteres de texto (`_charset`) que pasa a ser un argumento de la clase `MIMENonMultipart`.

4. SMTPLIB

Este módulo permite la creación de un objeto de sesión de cliente SMTP, el cual es utilizado para el envío de diferentes tipos correo electrónico, como simples mensajes de texto hasta correos con diferentes archivos adjuntos o contenido HTML. Para poder utilizar el módulo dentro de Python se utiliza la siguiente estructura:

```
import smtplib  
  
server = smtplib.SMTP(host='host_address',port=your_port)
```

Este módulo nos permite realizar envíos de correo electrónico a través de servidores SMTP de distintos servicios de correo electrónico entre ellos Gmail, el cual presenta cierta configuración especial dado que Google ha marcado inicio de sesión “menos seguro”, problema que se resuelve permitiendo aplicaciones menos seguras dentro de la configuración de la cuenta a utilizar. Los pasos generales para utilizar el módulo `smtplib` para el envío de un correo electrónico son:

- Crear el objeto SMTP para generar la conexión al servidor.
- Ingresar datos personales de inicio de sesión a la cuenta (usuario y contraseña).
- Definir encabezados de mensajes.
- Crear un objeto de tipo `MIMEMultipart` en el cual se adjuntan los encabezados correspondientes como remitente, destinatario y asunto.
- Adjuntar mensaje al objeto creado anteriormente, en caso de existir un archivo adjunto el mismo se añade al objeto `MIMEMultipart`.
- Envío del mensaje

Códecs

Dispositivo que ayuda en la codificación y decodificación de la voz, usualmente para la compresión de la misma y de esta manera se pueda utilizar menos ancho de banda. Los códecs utilizan modelos matemáticos para cumplir con la codificación y compresión del audio analógico ayudando a mantener el balance entre la eficiencia y calidad.

Entre los códecs más utilizados se encuentran los siguientes:

G711

Proviene del estándar ITU-T, códec de banda estrecha para la codificación de señales de voz a una velocidad de datos de 64 kbps, utilizando Modulación de Código de Pulso (PCM) con dos algoritmos claramente definidos, u-law utilizado por América del Norte y a-law en el resto del mundo. No necesita de licencia para ser empleado y tiene una MOS (Puntuación de opción Media, medida subjetiva de la calidad de voz) de 4.4/5.

G726

Proviene del estándar ITU-T, códec de banda estrecha para la codificación de señales de voz a una velocidad de datos de 16, 24, 32 y 40kbps, utiliza la Modulación de Código de Impulsos Diferencial Adaptativo (ADPCM) y tiene una MOS de 4.2/5 - 3.85/5.

G722

Proviene del estándar ITU-T, códec de banda ancha para la codificación de señales de voz a una velocidad de datos de 48, 56 y 64 kbps, utiliza la Modulación de Código de Impulsos Diferencial Adaptativo de la Sub-banda (SB-ADPCM) y tiene una MOS de 4.5/5. (Montenegro, Paola; Mora, 2011)

G729

Proviene del estándar ITU-T, códec de banda estrecha para la codificación de señales de voz a una velocidad de datos de 8 kbps, por lo cual consume menos ancho de banda, tiene alta compresión y ahorra recursos sin deteriorar la calidad de la voz significativamente, utiliza la Predicción Lineal excitada de Código Conjugado de Estructura Algebraica (CS-ACELP). Necesita licencia para ser empleado y tiene una MOS de 3.92/5.

A continuación, se presenta la tabla 3 con la comparativa de las características técnicas entre los códecs más utilizados en telefonía IP.

Tabla 3

Características técnicas de los códecs

Códec	G.711	G.726	G.722	G.729
Algoritmo de codificación	PCM	ADPCM	SB-ADPCM	CS-ACELP
Banda	Estrecha	Estrecha	Ancha	Estrecha
Frecuencia de muestreo	8 KHz	6 KHz	16 KHz	8 KHz
Velocidad de datos	64 kbps	16, 24, 32 y 40 kbps	48, 56 y 64 kbps	8 kbps
Retardo	0.125 ms	0.125 ms	4 ms	15 ms
MOS	4.4	4.2 – 3.85	4.5	3.92

Nota: La tabla muestra las características de los principales códecs utilizados en telefonía IP.

Mientras que en la tabla 4 se presenta la comparativa de las características subjetivas entre los códecs más utilizados en telefonía IP.

Tabla 4

Características subjetivas de los códecs

Códec	G.711	G.726	G.722	G.729
Comprime los datos de la llamada	No	Si	Si	Si
Requisito de ancho de banda	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Calidad de audio	Excelente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Tiempo de procesamiento	Menor	Alto	Alto	Alto

Vigencia	Libre	Libre	Libre	Pagada
-----------------	-------	-------	-------	--------

Nota: La tabla muestra las características para la implementación de una central telefónica.

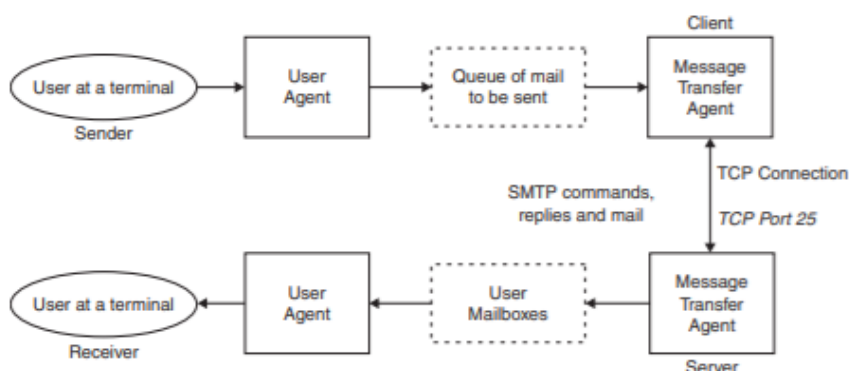
SMTP

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), es el sistema de correo electrónico utilizado en internet, siendo regulado por documentos como RFC-821 y RFC-822 con el objetivo de transferir correo de manera confiable y eficiente. Este protocolo se encuentra en a capa de aplicación para lo cual un cliente SMTP abre una conexión TCP a un proceso del servidor SMTP en un host remoto el cual intentara utilizar esta conexión para enviar un correo.

A pesar de que el servidor SMTP no es un invento actual, sigue siendo hoy en día el estándar de internet más utilizado. Este protocolo se encuentra en a capa de aplicación, iniciando el proceso con un cliente SMTP que abre una conexión TCP a un proceso del servidor SMTP en un host remoto el cual intentara utilizar esta conexión para enviar un correo. Para ello el servidor SMTP “escucha” la conexión TCP en un puerto (generalmente 25 o 587), este proceso se puede observar en la figura 10 IVR como Gestor de Base de Datos, página 45, se puede observar el modelo básico del funcionamiento del protocolo simple de transferencia de correo (SMTP), una vez conseguida la conexión TCP de manera exitosa, los procesos (cliente y servidor) ejecutan un dialogo simple de solicitud-respuesta que se puede observar en la figura 11, en la cual el cliente transmite as direcciones de correo del remitente y el o los destinatarios del mensaje a enviar, el servidor se encarga de aceptar dichas direcciones para que el cliente transmita el mensaje mismo que debe contener encabezado y cuerpo según el RFC822. Una vez que el correo llega s través de SMTP este puede ser reenviado a un servidor o entregado a los buzones de correo en un servidor local con ayuda de POP3 o IMAP.

Figura 11

Modelo básico del protocolo simple de transferencia de correo



Nota: La figura representa in diagrama de procesos realizado por el protocolo SMTP . Tomado de (Riabov, 2005) SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). https://www2.rivier.edu/faculty/vriabov/Information-Security-SMTP_c60_p01-23.pdf

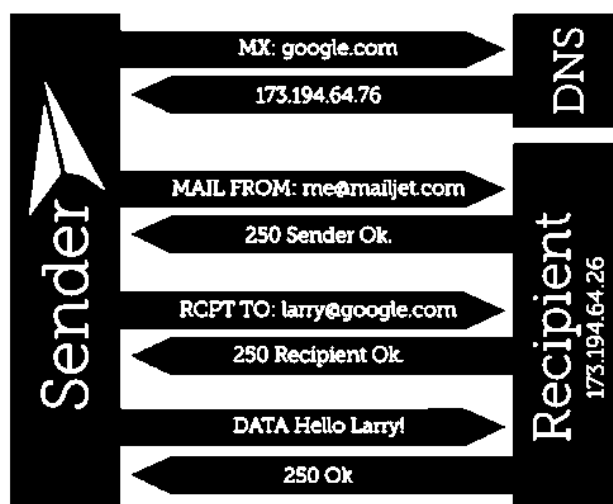
Como se observa en la figura 11 el modelo SMTP puede utilizar agentes de transferencia de mensajes intermedios (MTA) también conocido como método de almacenamiento y reenvío es generalmente utilizado para operar dentro de una organización con redes basadas en TCP/IP, sin embargo, se pueden eliminar estos agentes y tener un modelo de extremo a extremo el cual es generalmente utilizado entre organizaciones. Al momento de realizar el dialogo solicitud-respuesta, se ejecutan diferentes comandos SMTP entre los cuales se tiene:

- **Auth:** Indica al servidor SMTP un mecanismo de autenticación.
- **Helo:** Comando encargado de abrir una nueva sesión con el servidor.
- **Ehlo:** Se encarga de abrir una nueva sesión con servidores que soporte extensiones definidas en RFC 1651.
- **Mail From:** Indica el emisor del correo.
- **Rcpt To:** Indica el receptor del correo.
- **Data:** Indica el comienzo del mensaje a enviar.
- **Noop:** Solicita el envío de una respuesta valida al receptor sin especificar otras acciones.
- **Quit:** Encargado de cerrar la sesión con el servidor.

- **Rset:** se encarga de borrar registros y abortar alguna transacción de correo electrónico que se encuentre en curso.
- **Vrfy:** Solicita la verificación de un argumento completo al servidor.
- **Expn:** Solicita la confirmación de argumento al servidor, es decir si se ha identificado una lista de correo.
- **Help:** Se encarga de solicitar información sobre un comando o el envío de información de ayuda al remitente.

Figura 12

Conversación entre cliente de email y servidor SMTP



Nota: La figura representa el intercambio de mensajes entre el cliente y el servidor en el protocolo SMTP. Tomado de Mailjet <https://es.mailjet.com/blog/news/servidor-smtp/>

Para resumir los principales pasos que forman parte de un proceso de transferencia para SMTP los cuales se describen en la figura 12 y figura 13 son:

Figura 13

Principales pasos del proceso de transferencia para SMTP



Nota: La figura representa el proceso de transferencia que maneja el protocolo SMTP . Tomado de Sendinblue 2020. <https://es.sendinblue.com/blog/que-es-smtp/#:~:text=SMTP%2C%20Simple%20Mail%20Transfer%20Protocol,enviar%20y%20recibir%20e%2Dmails.>

1. El correo es enviado por un agente de usuario de correo a un agente de envío de correo de un servidor de correo.
2. El mensaje pasa al agente de transferencia de correo del servidor.
3. El agente de transferencia verifica el registro MX o registro intercambiador de correo del dominio del destinatario y transfiere el mensaje a otro agente de transferencia de correo.
4. El mensaje se transfiere a un agente de entrega de correo que es el encargado de guardar los mensajes en el formato adecuado para ser recuperados por el agente de usuario de correo.
5. El agente de usuario de correo utiliza generalmente POP3 o IMAP para solicitar el mensaje del agente de entrega de correo.
6. En mensaje es enviado a la bandeja de entrada del agente de usuario de correo receptor.

Cloud Computing

Es la entrega de servicios informáticos, almacenamiento en la nube, base de datos, redes, etc. a través de internet, ofreciendo así una innovación más rápida con recursos flexibles y economías escalables. Generalmente, en la nube solamente se paga por los servicios que se usa dando como resultado que el costo reduce o aumente dependiendo de las necesidades y si en un futuro esta necesidad aumenta, puede ser escalable. (Instituto Nacional de Ciberseguridad, 2017)

Beneficios de cloud computing

- Costo

El precio varía en función de las necesidades del cliente, es de manera flexible dependiendo del tipo de servicio.

- Accesibilidad

Los recursos al estar alojados en la nube se pueden acceder a estos desde cualquier lugar del mundo, siempre y cuando disponga de internet.

- Escalabilidad

Los usuarios pueden redimensionar los recursos del servicio un tiempo después de haberlo implementado, cloud computing tiene el beneficio de realizando de manera rápida y eficaz.

- Velocidad

Los servicios en su mayoría son brindados en autoservicio y bajo demanda, con esto grandes cantidades de recursos informáticos se pueden proveer en minutos, y esto brinda mucha flexibilidad y reduce la presión sobre la planificación de la capacidad.

- Rendimiento

La mayoría de servicios se ejecutan en una red mundial, que se actualiza regularmente a la última generación de hardware rápido y eficiente, esto ofrece una latencia de red reducida y economías escalables.

- Fiabilidad

Las copias de seguridad, la recuperación y la continuación de los datos sean más fáciles y menos costosas ya que los datos pueden ser duplicados en varios sitios en la red de la nube.

- Seguridad

Existen proveedores de nube, los cuales ofrecen conjuntos de políticas, tecnologías y controles para fortalecer la seguridad, dando como resultado la protección de los datos, aplicaciones e infraestructura ante posibles amenazas.

Anteriormente se ha mencionado “la nube”, la misma es una red de servidores a los que se accede a través de internet que permiten almacenar y acceder a datos y programas.

Tipos de modelo de despliegue en la nube

Dependiendo del proveedor, los mismos pueden ofrecer los servicios de cloud en los siguientes modelos:

- Nube pública

El proveedor ofrece el mismo servicio a varios clientes, empresas o particulares, de forma que comparten los recursos tecnológicos como el almacenamiento, procesamientos, etc. en la figura 14 se observan algunos proveedores de nube pública, como drive, Dropbox, Amazon, etc.

Figura 14

Proveedores de nube pública



Nota: La figura muestra los distintos proveedores del servicio de nube pública. Tomado de: <https://lacomputacionenlanube.wordpress.com/2018/11/01/tipos-de-nubes/>

- Nube privada

El proveedor ofrece el servicio de forma exclusiva al cliente o empresa, se le ofrece el control del servicio. Cuenta con una contraseña de seguridad para su acceso, esto se observa en la figura 15.

Figura 15*Nube privada*

Nota: La nota indica la seguridad que presenta la nube privada. Tomado de: <https://digitalisthub.com/cuales-son-los-beneficios-de-la-nube-privada/>

- Nube híbrida

El proveedor ofrece servicios públicos y privados administrados desde un mismo panel de gestión, figura 16, para así minimizar los costos de la nube privada.

Figura 16*Nube híbrida*

Nota: La figura representa la composición de una nube híbrida, nube pública y nube privada. Tomado de: <https://www.muycomputerpro.com/2018/07/12/que-es-nube-hibrida>

En la tabla 5 se encuentran las ventajas y desventajas de cada uno de los modelos de despliegue en la nube.

Tabla 5*Ventajas y desventajas de los modelos de despliegue en la nube*

Ventajas		
Pública	Privada	Híbrida
Escalabilidad	Ofrece mayor seguridad pública.	Maximiza el valor debido a que usa recursos privados y compartidos.
Ahorro de tiempo y costes.	Control total de los recursos.	Costo reducido.
Mayor eficiencia de recursos		
Desventajas		
Pública	Privada	Híbrida
Infraestructura compartida.	Costo elevado.	Riesgos al combinar los modelos.
Poca transparencia para el cliente ya que no se sabe el resto de los recursos que se comparte.	Dependencia de la infraestructura controlada.	Control de la seguridad entre ambas nubes.

Nota: La tabla muestra las ventajas y desventajas de las diferentes nubes, publica, privada e híbrida.

Modelos de servicios en la nube**Software as a service (SaaS)**

Software como servicio para consumir, permite utilizar a los usuarios programas o aplicaciones bajo demanda a través de internet por medio de un navegador, para el usuario final. Un ejemplo de SaaS es Gmail, Office, OneDrive o cualquier aplicación que se pueda encontrar en el sitio web. (Gutiérrez, 2018)

Plataform as a service (PaaS)

Plataforma como servicio para desarrollar, provee de la infraestructura, medios, recursos y entorno para el desarrollo, prueba, entrega y administración de software, para desarrolladores de aplicaciones.

Infraestructure as a service (IaaS)

Infraestructura como servicio para migrar, alquila infraestructura como servidores, máquinas virtuales, almacenamiento, redes, sistemas operativos, etc. a través de internet y el usuario paga por el uso.

Mientras más sean las necesidades del usuario, el costo del modelo de servicios en la nube irá incrementando.

Softphones

Un Softphone (combinación de “software” y “telephone”), es un tipo de software que se utiliza la tecnología VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), utilizado para realizar llamadas entre equipos que tienen este software instalado, ya sea este un PC, notebook, Tablet, dispositivo móvil, entre otros. (¿Qué Es Un Softphone? | VoIP, 2016). Para esto es necesario una conexión a internet utilizando protocolos de comunicación de voz generalmente SIP e IAX2.

Cuentan con todas las funcionalidades de un teléfono fijo obteniendo, y pueden operar completamente en la nube eliminando el uso de servidores y teléfonos fijos lo cual ofrece una mayor rentabilidad a corto y largo plazo (Clémentine Robine, 2020) ya que operan directamente en el navegador o una aplicación para pc o móvil descargable. En el mercado existen una gran cantidad de Softphones tanto gratuitos y de pago que ofrecen diferentes servicios como:

- Acceder a grabaciones de las llamadas.

- Permite videollamadas entre equipos.
- Llamadas en espera.
- Visualizador y registro de identificador de llamada.
- Buzón de correo electrónico.
- Creación de sistemas IVR.
- Admite llamadas a números de emergencia.

Softphones en el mercado

Counterpath/Bria:

Anteriormente conocido como X-Lite el cual estaba disponible solo para versión de escritorio cuenta actualmente con aplicaciones para Android y iOS ayudando con esto a satisfacer las necesidades de trabajadores móviles modernos compatible con los servidores de llamadas y servicios VoIP más grandes en el mercado como son Asterisk, FreePBX, Sippgate, Onsip, entre otros. Cuenta con su versión gratuita que soporta audio G.711a y G.711u, utilizando protocolo UDP y distintos planes en la versión de pago que ofrece funciones como chat en vivo con soporte de audio y video en HD, análisis de llamadas, protocolos TCP y UDP para la comunicación, acceso a diferentes gestores de contactos, respuestas automáticas, entre otras.

Su versión de escritorio presenta requisitos mínimos para su instalación entre los cuales podemos listar un procesador Core 2 Dúo 2.1 GHz, memoria RAM de 4 GB, y un espacio de almacenamiento disponible de 400 MB, compatible con sistemas como Windows 10 y macOS 10./13,14,15. A diferencia de su versión móvil la cual para dispositivos Android puede ser instalado en equipos que cuenten con sistema Android 6.0 (Mashmallow) o superiores y para dispositivos iOS requiere de un sistema iOS12 en adelante. (CounterPath, 2020)

Cisco Jabber

Software producido por la compañía Cisco Systems, cuyo enfoque viene dado a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones, busca eliminar la limitación de movilidad para la productividad ofreciendo servicios de mensajería instantánea, llamadas de voz y video, acceso a conferencias, mensajería de voz, actualmente se encuentra en su versión 12.7 compatible con sistemas Windows, Mac, Android, iOS ofreciendo también compatibilidad para equipos como Apple Watch y Android Wear (Cisco, 2015).

iSoftphone

Software desarrollado por la empresa Call4Mac se encuentra disponible solo para sistemas Mac OSX y dispositivos iPad y iPhone, ofrece llamadas de audio y videos en alta calidad compatible con los códecs estándar presentes en la industria, permite una fácil administración de contactos ya que está integrado con la libreta de direcciones de Mac OS X, haciendo posible que los contactos se sincronicen automáticamente con el iSoftPhone. Ofrece servicios como mensajería instantánea, gestión intuitiva de llamadas, uso de escritorio compartido, protege la conexión proporcionando una comunicación segura de tipo punto a punto (Xnet Communications, n.d.)

Linphone

Software desarrollado por Belledonne Communications SARL, se encuentra disponible para sistemas Windows, MacOS, GNU/Linux, Android e iOS, ofrece servicios de llamadas tanto de audio y video en resolución HD con cifrado de extremo a extremo, mensajería instantánea basado totalmente en SIP, con integración a los diferentes sistemas de notificaciones push tanto de iOS como de Android.

Linphone como las demás aplicaciones desarrolladas por Belledonne Communications utiliza el modelo de desarrollo de código abierto, sin embargo, ofrece a los clientes la posibilidad de obtener licencias propietarias para el desarrollo de aplicaciones de código cerrado (Belledonne Communications, n.d.)

RingCentral

Desarrollado por la empresa Ring Central es un software de pago que ofrece servicios de mensajería, llamadas de audio y video, y acceso a Open API, ofreciendo desde paquete básicos (llamadas y SMS ilimitadas, correos de voz texto, documentos compartidos) a paquetes premium (grabación automática de llamadas, analítica en tiempo real, video reuniones, plataformas de integraciones y desarrollador) (RingCenter, 2021)

Wave Lite

Es un software gratuito desarrollado por Grandstream disponible para dispositivos Android o iOS, permite la integración de hasta 6 cuentas SIP admitiendo funciones de control de llamadas, videollamadas y posibilidad de integración con IP PBX. Admite una gran variedad de códecs de audio como G.711u/a, G.722 que permite la utilización para llamadas en calidad HD, G.729, Opus entre otros (Grandstream, 2021).

Zoiper

Es uno de los Softphones más conocidos compatibles con ordenadores con sistemas Windows, MacOS, Linux y dispositivos móviles con sistemas Android, iOS, Windows Phone y tiene compatibilidad para navegadores Internet Explorer, Opera, Firefox y Google Chrome, debido a que se encuentra escrito en C /C++ y Assembly ofrece un bajo uso de memoria y CPU

ofreciendo audio de buena calidad el software antiguo, es compatible con la mayoría de los proveedores de servicios VoIP y PBX.

ZoiPer dispone de dos versiones una gratuita la cual permite llamar y recibir llamadas y una de pago que ofrece servicios como conferencias, transferencia, grabación y encriptación de llamadas, códecs de audio y video adicionales G.729 y H.264 respectivamente, (Zoiper.com, 2019).

Comparación Softphones

Cada uno de los Softphones analizados anteriormente ofrecen sus ventajas y desventajas que muchas veces depende del uso que se le requiera para su elección sin embargo ofrecen muchas características similares a analizar, mismas que se pueden observar en la figura 17:

Figura 17

Comparación de Softphones disponibles en el mercado

Softphone Característica	Zoiper	Linphone	Counterpath
Integración de Contactos	X	X	Version de pago
Version Gratuita	X	X	
Videollamada	X	X	Version de pago
Chat	X	X	Version de pago
Notificaciones	Version de pago		Version de pago
Codecs	GSM Speex G.711 G.729 iLBC20/30 H264 VP8	Speex G.711 GSM iLBC H264 H265 VP8	Opus G.722 G.729 G.711 H264 VP8
open source		X	

Nota: La figura representa una comparación de las principales características de los Softphones comerciales.

Fail2Ban

Herramienta de código abierto que permite bloquear a aquellos que intenten vulnerar servicios como SSH, SMTP, HTTP, etc., mediante el intento de la fuerza bruta. Cuando Fail2ban encuentra reiterados registros o logins fallidos desde una misma IP rechaza estos intentos de conexión y los bloquea con reglas de iptables, es decir lo bloquea y lo pone en esta tabla y no deja que vuelva a intentar conectarse. (Marino, 2019)

Fail2Ban usa:

- filter: Expresiones regulares utilizadas para la obtención de datos de los registros.
- action: Acciones realizadas según la información encontrada en los logs.
- jail: Conjunto de filter y action utilizados independientemente por cada servicio como el SSH, apache2 o variaciones de los mismos.

Para utilizarlo en conjunto con Asterisk, se debe descargar e instalar por medio del comando “sudo apt-get install fail2ban”, se configura de acuerdo con la necesidad y este al ser un software de código abierto se puede crear filter, action y jail personalizados dependiendo de las necesidades del sistema.

Por otra parte, cuando un usuario es bloqueado debido al exceso de registros con credenciales errónea, se puede quitar la penalización ingresando al CLI de Asterisk.

Valores de medición

Al trabajar con VoIP entendemos que se trata de una tecnología de tipo digital, es decir que se manejan flujos de datos tanto de señalización como de media ya sea este audio, video o archivos en general, al ser digital el ruido electromagnético no afecta a la información

transmitida a esto se suma que es los distintos dispositivos IP como router o switches existen herramienta encargadas de verificar que la entrada y salida de diferentes puertos sea exactamente igual, sin embargo existe la posibilidad que existan errores en los cuales la mayor parte de estos viene dado por un ancho de banda insuficiente o problemas de calidad de servicio, posibles soluciones a esto son la configuración del QoS en el router.

Sin embargo, existen parámetros a tomar en cuenta cuando se busca medir la calidad de una llamada en las comunicaciones VoIP (Mendez Vasquez, 2010), entre las cuales tenemos:

Latencia

Hablando de las comunicaciones VoIP la latencia viene representando el retraso que existe desde el momento que el micrófono del dispositivo detecta un sonido hasta que el mismo es reproducido por el altavoz del equipo receptor. Un valor menor a 100 ms es lo común en este tipo de comunicaciones, sin embargo, puede tener valores mayores a 200 ms que bien permite una comunicación más o menos fluida se puede notar una cierta espera entre diferentes turnos de palabra en la comunicación. A medida que este valor se incrementa como es el caso de las comunicaciones que utilizan enlaces vía satélite, tener una comunicación fluida y normal resulta más complicado ya que este tiempo entre turnos de palabra resulta muy elevado llegando a escuchar en la conversación frases antiguas.

Jitter

Es la variación de tiempo existente entre la llegada de los distintos paquetes causadas por la saturación de la red, errores en el sincronismo o cambios dinámicos en las rutas, para mejorar la calidad en una conversación VoIP se utiliza el jitter buffer en redes con grandes cambios de velocidad ofreciendo gracias al buffer un espacio de almacenamiento de los paquetes hasta su procesamiento. El objetivo del jitter buffer es retrasar de manera

premeditada la reproducción del sonido garantizando con esto que los paquetes más lentos hagan llegado y se pueda mantener una comunicación fluida. Dado que el ancho de banda es un factor importante para la mitad del jitter, en función del códec utilizado se definirá el ancho de banda a utilizar, para conexiones ilimitadas es preferible utilizar códecs como GSM, G729, Speex, iLBC entre otros, dejando de lado códecs más comunes como G711, G722 o G726.

El análisis de estos valores puntuales debe existir durante toda la conversación para obtener mediadas más reales de la calidad de conversación ya que puede existir el caso que solo durante cortos estados de tiempo ocurran problemas en la conversación y el resto de tiempo se lleve una comunicación de manera perfecta. Existe diferentes pruebas para obtener estos valores entre los cuales tenemos:

MOS (Mean Opinion Score)

Esta prueba es utilizada para la medición de la calidad en redes telefónicas, donde se busca que las personas participantes del mismo expresen su opinión acerca de la calidad de audio que han logrado recibir durante una llamada realizada en determinadas condiciones ambientales. Gracias a este estudio se analizan valores d jitter, latencia y paquetes perdidos, obteniendo como resultado valores que oscilan entre 1 y 5 como se observa en la tabla 6, donde valores menores a 3.5 representan una comunicación de mala calidad y valores superiores a 4.5 nos detalla una comunicación de buena calidad.

Tabla 6

Mean Opinion Score (MOS)

MOS	Calidad	Discapacidad
5	Excelente	Imperceptible
4	Buena	Perceptible pero no molesto

3	Justa	Un poco molesto
2	Pobre	Molesto
1	Mala	Muy molesto

Nota: La tabla indica las medidas subjetivas para calificar la calidad de voz.

Uno de los factores que modifican el valor del MOS es el tipo de códec que se utiliza para la comunicación, ya que a medida que mejor del códec se proporciona una mayor conservación del ancho de banda produciendo menor degradación en la calidad de voz entre los códecs más comunes para implementaciones de VoIP se tienen los mostrados en la tabla 7 con sus respectivos valores de MOS

Tabla 7

Códec y clasificaciones MOS

Códec	Tasa de Bits en kbps	MOS
G.711	64	4.4
GSM FR	12.2	3.5
G.722	64	4.5
OPUS	Variable	Optimo
G.729	8	3.9

Nota: La tabla muestra la nota subjetiva de los distintos códecs utilizados en telefonía IP.

CoS (Class of Service)

Se encarga de medir el porcentaje (%) de paquetes que llegan en ambos lados durante una conversación, este valor ideal es del 100% sin embargo lo común es obtener valores mayores a 95 (>95%).

R-Factor

Esta medida es similar al MOS, esa la recomendada por la ITU con diferencia que la calidad esta puntuada entre valores de 0 a 100 como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Valores de R-Factor

R	Satisfacción de usuarios
90-1000	Muy satisfecho.
80-90	Satisfecho.
70-80	Algunos usuarios insatisfechos.
60-70	Muchos usuarios insatisfechos.
50-60	Casi todos los usuarios insatisfechos.
0-50	No recomendado.

Nota: La tabla muestra los valores de calificación de la calidad de audio percibida para la obtención de los valores R-Factor

VoIP Spear

Es un servicio de monitoreo, realiza un seguimiento de la calidad de voz y alarma cuando hay algún problema o la calidad de la llamada es pésima. A continuación, se detallan las soluciones que presenta VoIP Spear:

- Realiza el seguimiento de calidad de VoIP las 24 horas, los 7 días de la semana.
- Proporciona una puntuación numérica para la calidad de voz, va desde 1 (mala) hasta 5 (perfecta), es decir facilita el MOS que es un estándar de la industria para medir la calidad de la voz o audio.

- Tiene servidores en algunas ciudades para realizar una prueba más efectiva, dependiendo en donde se encuentre realizando el estudio o en donde se encuentre el servidor que se está utilizando.
- Alertas de correo electrónico, VoIP Spear monitorea la calidad de voz y alerta cuando hay algún problema por medio de correos, las alertas pueden ser personalizadas para brindar un control completo.

El monitoreo se realizará en las horas que se pretende ejecutar las pruebas, para tener una mejor idea de cómo está funcionando el servicio creado.

Capítulo III

Análisis, Diseño y Desarrollo

A continuación, se detalla el análisis de los requerimientos como la población, definición de los escenarios por ejemplo el proveedor del servicio en la nube, códec a utilizar, Softphone, IVR, etc.; diseño del software tanto en Asterisk como en Python, la instalación de herramientas extras para la seguridad y monitoreo, finalmente las pruebas de la implementación en Asterisk y Python se realizaron para comprobar el correcto funcionamiento de sistemas.

Análisis de los requerimientos

El diseño del sistema toma en cuenta diferentes requerimientos los cuales serán analizados para seleccionar el tipo de software a utilizar y en caso de ser necesario el tipo de hardware que se acopla las necesidades del sistema. Cabe resaltar que al ser un sistema que será utilizado por estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas se debe preferir el uso de software libre, mismo que puede ser estudiado, modificado, utilizado y posteriormente redistribuido libremente

Definición del escenario físico

Se busca implementar un sistema de acceso a la documentación relacionada con el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, basado en las comunicaciones IP, en la cual un servicio de Cloud Hosting será el encargado de alojar al servidor para que los usuarios (estudiantes del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones) puedan acceder al sistema mediante sus dispositivos móviles por medio de un intermediario (Softphone).

La Universidad de las Fuerzas Armadas cuenta con un total de 28 Carreras distribuidas en 9 Departamentos, entre los cuales se cuenta con el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones agrupando las Carreras de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones e Ingeniería en Electrónica Automatización y Control (Campus Matriz Sangolquí).

Análisis de la población

El sistema se implementará para los estudiantes del campus matriz Sangolquí en la cual la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones consta de un total de 511 estudiantes distribuidos actualmente en 3 mallas:

- Malla Telecomunicaciones 2013(No Vigente): 45 estudiantes
- Malla Telecomunicaciones 2018 (No Vigente): 83 estudiantes
- Malla Telecomunicaciones 2020 (Vigente): 383 estudiantes

De igual forma la Carrera de Ingeniería en Electrónica en Automatización y Control consta de un total de 414 estudiantes distribuidos en 3 mallas:

- Malla Control 2013(No Vigente): 37 estudiantes
- Malla Control 2018 (No Vigente): 62 estudiantes
- Malla Control 2020 (Vigente): 312 estudiantes

Tomando en cuenta los datos anteriores se espera un número de usuarios de 925 con la combinación de ambas carreras, este número puede incrementarse a futuro a medida que otras Carreras quieran anexarse al sistema.

Análisis de parámetros de elección de proveedor Cloud-Hosting

La elección de un plan de Cloud-Hosting para la implementación de un servidor de telefonía dependerá del número de usuarios que formen parte del sistema, el número y tiempo

promedio en que se realizan las intervenciones con el sistema, esta información permitirá seleccionar un plan de Cloud-Hosting que ofrezca el almacenamiento (ROM), memoria RAM, número de CPU's suficientes para que el sistema se desenvuelva de manera fluida y los usuarios no presenten cortes de servicio o fallas por colapsos.

Para la obtención del ancho de banda necesario para el funcionamiento del sistema se implementará un prototipo de 30 personas (aproximadamente el número de estudiantes de un curso de la Carrera de Electrónica) del total de 925 estudiantes del Departamento, considerando que el tiempo promedio de utilización del sistema es de 4 minutos por usuario se calcula la intensidad de tráfico por medio de la ecuación 1

$$I = \frac{\#Usuarios * t_p}{Hora Cargada} \quad (1)$$

$$I = \frac{30 \text{ user} * 4 \frac{\text{min}}{\text{user}}}{60 \text{ min}} \quad (2)$$

$$I = 2 \text{ [Er]}$$

La fórmula de Erlang B (**EB(S,A)**) ayuda a calcular la probabilidad de bloqueo también conocida como perdida con tráfico Poisson en un conjunto de **S** recursos cuando se le aplica un tráfico de **A** Erlangs. Para aplicaciones de voz sobre IP se considera una probabilidad de bloqueo no mayor a un 1%.

Teniendo la intensidad de tráfico y la probabilidad de bloqueo, se pueden obtener el número de canales necesarios para el sistema mediante la resolución de la ecuación 3, para ello se utiliza un método basado en la Tabla de Erlang B(Ware, 2020).

$$PB(I = 2 \text{ [Er]}; C = ?) = 1\% = 0.01 \quad (3)$$

$$C = 7$$

Se observa en la figura 18 que para una probabilidad de bloqueo de 1% (cuadro rojo), con una intensidad de tráfico de 2 Erlangs (cuadro azul), el número de canales se encuentra entre 6 y 7, se utiliza el número mayor dado que con 6 canales solo se abastece a un tráfico de 1.91 Erlangs, siendo insuficientes para el tráfico calculado en la ecuación 2.

Figura 18

Cálculo número de canales por tabla Erlang B

No. of Trunks (N)	0.1%	0.2%	0.5%	1%	1.2%	1.3%
1	0.001	0.002	0.005	0.010	0.012	0.013
2	0.046	0.065	0.105	0.153	0.168	0.176
3	0.194	0.249	0.349	0.455	0.489	0.505
4	0.439	0.535	0.701	0.869	0.922	0.946
5	0.762	0.900	1.13	1.36	1.43	1.46
6	1.15	1.33	1.62	1.91	2.00	2.04
7	1.58	1.80	2.16	2.50	2.60	2.65
8	2.05	2.31	2.73	3.13	3.25	3.30
9	2.56	2.85	3.33	3.78	3.92	3.98
10	3.09	3.43	3.96	4.46	4.61	4.68
11	3.65	4.02	4.61	5.16	5.32	5.40
12	4.23	4.64	5.28	5.88	6.05	6.14
13	4.83	5.27	5.96	6.61	6.80	6.89
14	5.45	5.92	6.66	7.35	7.56	7.65
15	6.08	6.58	7.38	8.11	8.33	8.43
16	6.72	7.26	8.10	8.88	9.11	9.21
17	7.38	7.95	8.83	9.65	9.89	10.0
18	8.05	8.64	9.58	10.4	10.7	10.8
19	8.72	9.35	10.3	11.2	11.5	11.6
20	9.41	10.1	11.1	12.0	12.3	12.4
21	10.1	10.8	11.9	12.8	13.1	13.3
22	10.8	11.5	12.6	13.7	14.0	14.1
--	--	--	--	--	--	--

Nota: La figura muestra el proceso para el cálculo del número de canales por usando la tabla Erlang B. Tomado de <https://es.scribd.com/document/218349657/Erlang-codeB-Table>

Con el cálculo de los parámetros anteriores se analizan los códecs disponibles detallados en la tabla 7, página 70. Se utilizará el códec G.711 (ulaw) y el códec GSM FR para la transmisión de voz (audio) por lo cual se tiene velocidades de transmisión dadas por la ecuación 4

$$v_{tx} = \#Canales * 2 * Tasa\ de\ transmision \quad (4)$$

$$v_{tx}(G.711) = 7 * 2 * 64\ kbps$$

$$v_{tx}(G.711) = 896 \text{ kbps}$$

$$v_{tx}(GSM\ FR) = 7 * 2 * 12.2 \text{ kbps}$$

$$v_{tx}(GSM\ FR) = 170.8 \text{ kbps}$$

$$v_{tx} = 1.07 \text{ Mbps}$$

Como se puede observar las velocidades de transmisión que maneja el sistema no son elevadas esto permite que el plan de Cloud-Hosting que se seleccione más adelante no requiera características especiales para el correcto funcionamiento del sistema.

Definición de los escenarios

Proveedor de la nube

El proveedor en la nube escogido es Vultr por motivo de costo y beneficios, el cual ofrece los paquetes que se encuentran en la figura 19, ya sea para computación en la nube, metal básico, nube dedicada o kubernetes, detalla las características de cada una y el costo mensual. La mayoría de los proveedores de internet cobran solamente el uso, es decir cuando el servidor este en funcionamiento, en este caso Vultr es económico y cobra por hora, claro, depende de las características que requieran los servidores alojados.

Figura 19

Tarifas básicas ofertadas por Vultr

The figure displays four service cards for Vultr, each with an icon, a title, a description, and a starting price per month.

Service	Description	Starting Price / mes
Computación en la nube	Potentes instancias de cómputo con CPU Intel y almacenamiento 100% SSD.	Desde \$ 2.50 / mes
Metal básico	Servidores dedicados totalmente automatizados sin capa de virtualización.	Desde \$ 120,00 / mes
Nube dedicada	Instancias de computación en la nube dedicadas sin vecinos ruidosos.	Desde \$ 60.00 / mes
Kubernetes	Kubernetes administrado diseñado para usted y su pequeña empresa.	Desde \$ 10.00 / mes

Nota: La figura muestra las tarifas y características ofrecidas por Vultr para las distintas necesidades. Tomado de: <https://www.vultr.com/>

En este caso, el proveedor tiene una tabla con características de instancias SSD en la nube, con esto calcula el precio y se puede observar en la misma tabla, algunas características y precios son mostradas en la figura 20.

Figura 20

Precio y características de instancias SSD en la nube de Vultr

Puntuación Geekbench	Almacenamiento	UPC	Memoria	Banda ancha	Precio mensual *	Precio por hora *
N / A	SSD de 10 GB	1 CPU	0,5 GB de	0,50 TB IPv6	\$ 2.50	0,004 USD
N / A	SSD de 10 GB	1 CPU	0,5 GB de	0,50 TB	\$ 3.50	0,005 USD
2413	SSD de 25 GB	1 CPU	1 GB	1 TB	\$ 5,00	0,007 USD
3880	SSD de 55 GB	1 CPU	2 GB	2 TB	\$ 10,00	\$ 0.015
7435	SSD de 80 GB	2 CPU	4 GB	3 TB	20,00 \$	0,030 USD

Nota: En la figura se muestra las características y precio de la máquina virtual a utilizar para la implementación . Tomado de: <https://www.vultr.com/products/cloud-compute/>

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizó una instancia con una puntuación Geekbench de 2413, almacenamiento de 25 GB, 1 CPU, memoria de 1 GB, banda ancha de 1 TB, con un precio mensual de \$5.00 sin importar que el servidor se encuentre en funcionamiento o no. Se elige esta instancia debido a que las herramientas a utilizar como Linux, Asterisk, Python y Fail2ban son livianas, no ocupan mucho espacio y tampoco necesitan mucho procesamiento.

Tipo de IVR

Anteriormente se realizó un análisis de la respuesta de voz interactiva, se habló de un IVR como operadora automática y un IVR como gestor de base de datos. Para el desarrollo de este trabajo el IVR a utilizar es como gestor de base de datos ya que el sistema realiza el siguiente proceso.

- El usuario realiza la llamada al sistema.
- Elige la opción que desea, es decir interactúa con el sistema.
- El sistema guarda la información obtenida de esta interacción en una variable.
- Con esta variable se dirige a la base de datos, busca en este caso el documento requerido por el usuario.
- Entonces la base de datos responde, con el documento que se buscaba.
- Finalmente se envía la información requerida al correo electrónico del cliente.

Esto se basa en el proceso mostrado en la figura 10 IVR como Gestor de Base de Datos, página 45.

Softphone

En el capítulo II se realizó una tabla comparativa de tres Softphones más utilizados en el mercado, que se puede observar en la figura 17 “Comparación de Softphones disponibles en el mercado” en la página 66, por medio de esta comparación se elige a Zoiper como el software

que ayuda a la comunicación entre el cliente o usuario con el sistema o asistente virtual. Se elige este Softphone ya que cuenta con integración de contactos, videollamada y chats en la versión gratuita, en los códecs cuenta con GSM, Speex, G.711, G.729 entre otros, para este caso el códec a utilizar será el G.711, las razones por las que se lo utiliza se encuentran a continuación.

Códec

Para elegir el códec a utilizar se realizó anteriormente un análisis, especificando las características de cada códec, esto se encuentra en la tabla 3 “características técnicas de los códecs” y tabla 4 “Características subjetivas de los códecs” en la página 52. Revisando las características técnicas y subjetivas de cada códec se elige el códec G.711, por su frecuencia de muestreo, el retardo que posee, la velocidad de transmisión de datos la calidad MOS que presenta, el algoritmo PCM que representa poco procesamiento, trabaja en banda estrecha y tiene vigencia libre. Todas estas especificaciones se encuentran a continuación en la tabla 9.

Tabla 9

Especificaciones técnicas y subjetivas del códec G.711

Especificaciones Técnicas					
Algoritmo de codificación	Banda	Frecuencia de muestreo	Velocidad de datos	Retardo	MOS
PCM	Estrecha	8 KHz	64 kbps	0.125 ms	4.4
Especificaciones subjetivas					
Comprime los datos de la llamada	Requisito de ancho de banda	Calidad de audio	Tiempo de procesamiento	Vigencia	
No	Alto	Excelente	Menor	Libre	

Nota: La tabla presenta las características técnicas y subjetivas del códec a utilizar en la implementación del sistema.

Diseño de software

Python

Es un lenguaje de programación conocido por su versatilidad y flexibilidad utilizado en aspectos como la creación de secuencias de comandos, la automatización, el análisis de datos, el aprendizaje automático y el desarrollo de backend.

Instalación.

Muchas de las distribuciones de Linux entregan previamente instalado diferentes versiones tanto de Python 2 o Python 3, para comprobar si nuestro sistema cuenta con este software ejecutamos la siguiente línea de comando

```
python3 -V
```

En caso de que no tengamos previamente instalado una versión de Python es necesario ejecutar el siguiente comando

```
sudo apt-get install python3.6  
sudo apt install -y python3-pip
```

Una vez que se tiene instalado Python es necesario realizar la instalación de la herramienta **pip**, misma que nos permitirá gestionar los distintos paquetes de software para Python. Los complementos por instalar para el correcto funcionamiento del sistema tanto en el modo base y consulta de datos, reconocimiento de voz a texto, o envío de correos electrónicos por medio de un servidor SMTP se muestran en el comando siguiente. En caso de existir un error el momento de la instalación de los complementos es necesario ingresar al modo administrador dentro de la consola de Linux que se utilice es decir ejecutar previamente el comando “sudo su”.

```

apt-get install gnumeric
apt-get install wget
pip install xlrd
pip install popen
pip install SpeechRecognition
pip install secure-smtplib
pip install python-multipart

```

Python correo.

El envío de correo electrónico se realiza utilizando programación en Python utilizando principalmente la librería `smtplib` y `encoders` o codificadores de email (`encode_base64`), encargado de codificar la carga útil en forma base64 y establece el encabezado Content-Transfer-Encoding en base64. Esta es una buena codificación para usar cuando la mayor parte de su carga útil son datos no imprimibles, ya que es una forma más compacta que la imprimible entre comillas.

El archivo `mensaje.py` que se puede encontrar en el Anexo 1 es el encargado de realizar este envío de correo electrónico, el mismo que está estructurado de las siguientes partes:

Figura 21

Importación de módulos para envío de correo electrónico

```

1 import smtplib
2 from email.mime.multipart import MIMEMultipart
3 from email.mime.base import MIMEBase
4 from email.mime.text import MIMEText
5 from email import encoders
6 import os
7 import sys

```

Nota: La figura muestra la importación de los módulos necesarios para el funcionamiento del servidor SMTP y el envío de correo electrónico.

Las líneas 1-7 en la figura 21 son las encargadas de importar los módulos a utilizar en el envío del correo electrónico, principalmente utilizando tres las cuales son `smtplib`, `email.mime` y `email`, además se utilizan dos módulos importantes como son, “os” que nos permite manipular

rutas y tener acceso de lectura o escritura de un archivo del sistema y el módulo “sys” que proporciona acceso a algunas variables utilizadas o mantenidas por el intérprete y a funciones que interactúan fuertemente con el mismo.

Figura 22

Argumentos de entrada del script mensaje.py

```
8 usuario=sys.argv[1]
9 CORREO=sys.argv[2]
10 archivo=sys.argv[3]
11 tema=sys.argv[4]
12 nombre=os.path.split(archivo)
13 nombre_adjunto=nombre[1]
```

Nota: La figura muestra los parámetros de entrada del script encargado del envío de correo electrónico.

Las líneas 8-11 en la figura 22 se encargan de asignar la lista de argumentos de entrada que serán utilizados en la secuencia de comandos de Python, este archivo presenta 4 argumentos de ingreso:

- **Usuario:** Nombre de la persona a la cual se va a enviar el correo electrónico, este argumento es utilizado para la redacción del mensaje personal que se enviara con el documento adjunto solicitado.
- **Correo:** Este argumento representa la dirección de correo electrónico del usuario receptor de la documentación a enviar.
- **Archivo:** En este apartado se enviará la ruta o dirección del archivo que se desea enviar.
- **Tema:** Al igual que el usuario este argumento presenta el tema del cual se está solicitando la documentación, para la redacción del mensaje personal a enviar.

Las líneas 12 y 13 en la figura 22, son las encargadas de permitir el acceso al archivo adjunto que se desea enviar los mismos que serán adjuntados más adelante en el correo principal.

Figura 23

Proceso de empaquetado de mensaje y archivo adjunto para envío por correo electrónico

```

15 mensaje=MIMEMultipart()
16 mensaje["Subject"]="Documentacion Electronica, Electronica y Telecomunicaciones"
17 mensaje.attach(MIMEText("ESTIMAD@: "+usuario+" ENVIAMOS LOS DOCUMENTOS CORRESPONDIENTES A "+tema,'plain'))
18 archadj=open(archivo, 'rb')
19 adjunto_MIME=MIMEBase('application','octet-stream')
20 adjunto_MIME.set_payload((archadj).read())
21 encoders.encode_base64(adjunto_MIME)
22 adjunto_MIME.add_header('Content-Disposition',"attachment; filename= %s" %nombre_adjunto)
23 mensaje.attach(adjunto MIME)

```

Nota: La figura muestra las líneas de código encargadas de la formación del mensaje personalizado para ser enviado al correo electrónico del usuario final.

Las líneas 15-23 en la figura 23 son las encargadas de estructurar el mensaje que se enviara en el correo electrónico dándole un encabezado (línea 16) y estructurando un mensaje que consta de un saludo al usuario que se encuentre utilizando el sistema en ese momento y el tema al cual accedió para obtener la documentación correspondiente. Una vez definido el mensaje se adjunta el documento que se enviara ya sea en formato docx, pdf o comprimido rar, todo esto se empaqueta en un objeto llamado mensaje que forma parte del módulo MIMEMultipart.

Figura 24

Configuración del servidor SMTP y envío de correo electrónico

```

25 server=smtplib.SMTP('smtp.gmail.com',587)
26 server.starttls()
27 server.login('CORREO ELECTRONICO ','PASSWORD ')
28
29 server.sendmail('documentacionespe@gmail.com',CORREO,mensaje.as_string())
30
31 server.quit()
32
33 print("CORREO ENVIADO")

```

Nota: La figura muestra las líneas de código encargadas de configurar el servidor SMTP y enviar el correo electrónico.

Las líneas 25-33 en la figura 24, son las encargadas de la creación del servidor de correo electrónico gracias a la utilización del módulo `smtplib` que permite la creación del objeto de sesión de cliente SMTP, el cual en la línea 26 utiliza el comando `starttls` que es una extensión al protocolo de seguridad de la capa de transporte (TLS) con el fin de encriptar la transferencia de información. La línea 27 se encarga de iniciar sesión en la cuenta que se vaya a utilizar para el envío del correo electrónico, esta función lleva dos parámetros para su funcionamiento, el usuario o dirección de correo electrónico y la contraseña de la cuenta, en esta aplicación se utiliza una cuenta perteneciente a Google (Gmail) cuya dirección de correo vinculada es "documentacionespe.gmail.com". Una vez que se realiza el inicio de sesión, si los datos proporcionados se encuentran correctos se realiza el envío del correo electrónico, el cual utiliza la función `sendmail` que requiere de 3 parámetros para el envío, la dirección de correo del remitente, la dirección de correo del destinatario la cual se toma de la línea 9 del código dado que este es una variable de entrada del script y el mensaje a enviar el mismo que previamente fue encapsulado en la variable `mensaje` el cual contiene el texto y el archivo adjunto que se desea enviar, sin embargo esta variable se encuentra creada como objeto del tipo `MIMEMultipart`, para su envío deberá ser convertido a tipo texto o `String` para lo cual se utiliza la función `.as_string()`. Una vez se realiza el envío del correo electrónico se envía un comando con la solicitud para terminar la sesión SMTP, permitiendo con ello que el cliente cierre la conexión SMTP.

La línea 33 se encarga de la impresión en la consola de un mensaje que indique que el mensaje ha sido enviado correctamente, en caso de que exista un problema en la ejecución del código y no se realice el envío del correo electrónico este mensaje no será mostrado y se mostrará un mensaje de error indicando el problema que existe, el cual puede ser:

- Usuario o contraseña incorrectas en el apartado de inicio de sesión
- Dirección de correo del destinatario incorrecta.
- Archivo adjunto por enviar incorrecto.
- Creación del encapsulado de mensaje incorrecto.

Python base.

El sistema debe obtener datos de una base previamente realizada de la cual obtendrá diferentes valores para la configuración y correcto funcionamiento, entre ellas tenemos ID estudiantil y Cedula de Identidad para la creación de los usuarios y contraseñas respectivamente de las cuentas personales para ingreso a la red telefónica (Softphone), nombre del estudiante para el envío de un mensaje personalizado a cada uno de los estudiantes que utilicen el sistema y correo electrónico al cual se enviara la documentación elegida por el usuario.

Estos datos serán almacenados en la nube de Google (Google Drive) dentro de una hoja de cálculo la misma que tendrá una lista de los usuarios que formaran parte del sistema, para luego ser descargada y utilizada en el servidor. De igual forma se utiliza este almacenamiento en la nube para administrar los documentos que formarán parte del sistema a los cuales los usuarios podrán acceder. El script que maneja estos datos que se puede encontrar en el Anexo 2 presenta la siguiente estructura:

Figura 25

Importación módulos a utilizar en el script base.py

```
1 import xlrd
2 from os import popen
3 import time
4 import sys
5 import zipfile as z
```

Nota: La figura muestra la importación de los módulos necesarios para el manejo de la base de datos de los usuarios que formaran parte del sistema.

Al igual que el script anterior las líneas 1-5 en la figura 25, se encargan de importar los módulos a utilizar durante la ejecución del script, se utiliza `xlrd`, que es una librería que permite leer y editar o formatear información o datos de archivos de Excel en formato `.xls` mismos que serán obtenidos del archivo que se aloja en la nube de Google. Se utiliza además el módulo `popen` que permite generar nuevos procesos, es decir ejecuta un programa hijo en un proceso nuevo, debido a que se necesitan ciertas pausas entre las líneas de código a ejecutar es necesario el uso del módulo `time`, de igual forma que el script anterior la ejecución de este necesitara de argumentos de entrada por lo cual será necesario el uso del módulo `sys`. Al manejar archivos comprimidos en formato zip es necesario utilizar el módulo Zip file que nos permite crear, leer, escribir, agregar o listar un archivo zip.

Figura 26

Argumentos de entrada del script base.py

```
6 modo=sys.argv[1]
7 ingreso=sys.argv[2]
8 consulta=sys.argv[3]
```

Nota: La figura muestra los parámetros de entrada del script encargado de manejar la base de datos de los usuarios del sistema.

Las líneas 6-8 en la figura 26, nos muestran las variables o argumentos de entrada que tiene el script los cuales son:

- **Modo:** Permitirá seleccionar el modo en el cual va a funcionar el script el cual puede ser el modo de descarga que permite actualizar la base de usuarios y el modo consulta que permite obtener los datos (nombre, cedula, correo) de los usuarios que se encuentren ya en la base.
- **Ingreso:** En caso de que se encuentre el script en modo consulta, esta variable llevara como dato el ID del cual se desea realizar una consulta.

- **Consulta:** Este apartado nos indica el tipo de consulta que se desea realizar con el ID ya sea del tipo: pertenece o no pertenece a la base de usuarios, el nombre del usuario correo al que pertenece el ID correspondiente.

Figura 27

Modo de descarga de base de usuarios y documentación

```

9 if modo=="0":
10     archivo=openI"/home/TESIS/usuarios.txt","w")
11     popen('wget --no-check-certificate "https://drive.google.com/uc?-
12         id=1076k7g2Jl7qyTvxCz2e6XF8Jw0dJCzz6export=download" -O tabla.xlsx')
13     time.sleep(1)
14     popen('wget "https://drive.google.com/uc?-
15         id=100mpkFDT6ckUB8nLEQ-90fuGidwq7KbH6export=download" -O carpeta.zip')
16     time.sleep(1)
17     target = '/home/TESIS/carpeta.zip'
18     root = z.ZipFile(target)
19     root.extractall("/home/TESIS/")
20     root.close()
21     time.sleep(1)
22     popen('rm /home/TESIS/carpeta.zip')
23     popen('rasterisk -x "sip reload"')
24     time.sleep(2)
25     output=popen('ssconvert tabla.xlsx tabla.xls')
26     time.sleep(4)
27     filePath= "tabla.xls"
28     time.sleep(4)
29     openFile = xlrd.open_workbook(filePath)
30     sheet=openFile.sheet_by_name("Hoja1")
31     for i in range (2,sheet.nrows):
32         archivo.write("[ "+sheet.cell_value(i,1)+"]-
33         (usuario)+"\n"+"username="+str(round(sheet.cell_value(i,2)))-
34         +"\n"+"secret="+str(round(sheet.cell_value(i,2)))+"\n")
35     popen('rm tabla.xlsx')

```

Nota: la figura muestra las líneas de código encargadas de la descarga y actualización de archivos que manejan la base de datos de los usuarios.

Las líneas 9-31 en la figura 27, son las encargadas de administrar el modo descarga para lo cual el argumento de modo debe presentar un valor de "0", esto es comprobado en la línea 9 en la cual si y solo si el valor es igual a cero se ejecutaran las líneas de código 10-31, empezando con la creación de un archivo txt llamado usuarios.txt en modo escritura (write), este archivo se guarda en la dirección "/home/Tesis", en caso de ya existir un archivo con este nombre la información será reescrita sobre este archivo. Las líneas 11 y 13 se encargan de realizar la descarga de los archivos alojados en la nube de Google por medio del comando wget (World Wide Web) que permite descargas de contenido y archivos en distintos servidores web a través

de FTP, SFTP, HTTP o HTTPS y el link generado anteriormente con la extensión Download Link Generator, ejecutando estos comandos obtenemos el archivo de la base de usuarios en formato xlsx y el comprimido de archivos a enviar en formato rar, los mismos que se almacenan en el mismo directorio anterior en los archivos tabla.xlsx y carpeta.zip respectivamente. El archivo carpeta.zip se descomprime obteniendo como resultado la carpeta DOCUMENTOS la cual contiene los formatos necesarios de las Carreras de Electrónica y Telecomunicaciones, Electrónica en Automatización y Control, para ser enviados a los usuarios del sistema. El archivo tabla.xlsx es convertido a formato tabla.xls para poder ser manipulado con el módulo xlrd, que permitirá la formación del contenido del archivo usuarios.txt, que permite la creación de los usuarios con el siguiente formato, donde los valores mostrados en negrita serán modificados de acuerdo con el número de usuarios que se presenten en el archivo alojado en la nube.

Tabla 10

Formato creación de cuentas de usuarios

[ID estudiantil] (usuario)
Username=Nombre de usuario
Secret= Cedula de identidad

Nota: La tabla muestra los parámetros necesarios para la creación de cuenta de los usuarios del sistema.

Figura 28

Modo de consulta de datos de usuarios

```

34 else:
35     Y=0
36     X='NOPERTENECE'
37     filePath= "/home/TESIS/tabla.xls"
38     openFile = xlrd.open_workbook(filePath)
39     sheet=openFile.sheet_by_name("Hoja1")
40     for i in range (2,sheet.nrows):
41         if sheet.cell_value(i,1)==ingreso:
42             X='PERTENECE'
43             Y=i
44     if consulta=='0':
45         print(X)
46     if consulta=='1': #REGRESA CORREO
47         print(sheet.cell_value(Y,4))
48     if consulta=='2': #REGRESA NOMBRE
49         print(sheet.cell_value(Y,3))
--

```

Nota: La figura muestra el funcionamiento de la base de datos, para realizar búsquedas de datos.

- En caso de que el argumento modo se diferente de 0 se ejecuta el modo consulta el cual nos entrega 3 opciones de búsqueda teniendo como entrada el ID del estudiante, esto se puede visualizar en el recuadro rojo en la figura 28, en primer lugar, compara el ID de entrada con la base descargada de Google y entrega como resultado si el ID forma parte de la base de usuarios existente, en caso de si pertenecer nos entrega como resultado un mensaje de "PERTENECE" caso contrario el mensaje que se muestra es "NOPERTENECE". Otra de las opciones de consulta es el correo o el nombre al que pertenece el ID que se ingreso

Python voz.

El sistema utiliza reconocimiento de comandos de voz para la selección de las opciones de documentos a enviar para lo cual se hace uso de la librería Speech Recognition que permite realizar el reconocimiento de voz con soporte a varios motores y API, el script encargado de dicho reconocimiento que se encentra en el Anexo 3 presenta la siguiente estructura:

Figura 29

Importación de módulos a utilizar en script voice.py

```
import speech_recognition as sr
import time
import unicode
import sys

user=sys.argv[1]
```

Nota: La figura muestra la importación de módulos necesarios para el funcionamiento del script encargado de realizar el Speech Recognition.

Se realiza la importación de los módulos a utilizar como se observa en la figura 29, siendo el principal el `speech_recognition` y el módulo `Unicode` que es una especificación que apunta a listar cada carácter usado por lenguajes humanos y darle a cada carácter su propio código único. El script presenta un argumento de entrada el cual será el nombre del archivo `.wav` que será transformado de voz a texto para su reconocimiento, por lo cual es necesario la utilización del módulo `sys`.

Figura 30

Reconocimiento de comandos de voz

```
r=sr.Recognizer()

with sr.AudioFile("/tmp/opt-"+user+".wav") as source:
    audio=r.listen(source)
    try:
        text=r.recognize_google(audio,language='es-ES')
        time.sleep(1.5)
        print(unicode.unidecode(text.replace(' ','')))
    except:
        print("NO ENTIENDO")
```

Nota: La figura muestra el código encargado de realizar la conversión de voz a texto.

El reconocimiento de voz se realiza por medio de la instancia `Recognizer`, la cual nos permite realizar dicho reconocimiento con 7 posibles métodos para reconocer el habla los cuales pueden ser:

- **Recognize_bing():** Utilizando la API de Microsoft Bing Speech.
- **Recognize_google():** Utilizando la API de Google Web Speech.

- **Recognize_google_cloud():** Utilizando la API de Google Cloud Speech.
- **Recognize_houndify():** Utilizando la API de Houndify de SoundHound.
- **Recognize_ibm():** Utilizando la API de IBM Speech to Text.
- **Recognize_sphinx():** Utilizando la API de CMU Sphinx.
- **Recognize_wit():** Utilizando la API de Wit.ai.

Se ha utilizado el método de `recognize_google()`, como se observa en el recuadro de la figura 30, al ser la plataforma más conocida por los usuarios la cual nos ofrece distintos idiomas para el reconocimiento, en este caso se utiliza el idioma español (es-ES). Una vez que esta instancia realiza su trabajo nos regresa la variable `text`, cuyo contenido son los caracteres que detecto del archivo de audio de entrada, es decir realiza una conversión de voz a texto para luego ser mostrada en la consola, en caso de que el método a utilizar no detecte de manera correcta el audio de entrada se mostrara un mensaje "NO ENTIENDO".

Asterisk

Instalación.

Se instala la versión 16 considerando que no es la más nueva debido a que puede traer problemas en la configuración y se considera que no sea tan antigua debido a que puede estar obsoleta y la configuración puede fallar.

1. Se actualiza el sistema con el comando: `"apt-get update && apt-get upgrade"`
2. Instalar ntp que es un servidor de hora: `"apt-get install ntp && /etc/init.d/ntp restart"`
3. Instalar las dependencias de Asterisk: `"apt-get install build-essential subversión libncurses5-dev libssl-dev libxml2-dev libaqlite3-dev uuid-dev libjansson-dev vim"`
4. Ir al directorio source: `"cd /usr/src"`

5. Instalar la versión 16 de asterisk: “wget
<http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/asterisk-16-current.tar.gz>”
6. Descomprimir el archivo de asterisk que se descargó: “tar zxvf asterisk-16-current.tar.gz”
7. Instalar las librerías de asterisk: “cd /usr/src/asterisk-16.2.1/contrib/scripts”
8. Instalar los prerequisites de asterisk: “./install_prereq install”
9. Actualizar con el comando: “idconfig -v”
10. Dirigirse a Asterisk con el directorio: “cd usr/src/asterisk-16.16.1”
11. Realizar una revisión para saber si Asterisk no tiene ningún fallo para la instalación:
“./configure”
12. Compilar e instalar Asterisk con los siguientes comandos: “make”, “make install”, “make config”.
13. Instalar los ejemplos de los archivos de Asterisk: “make samples”
14. Finalmente, con el comando “asterisk -V” se observa la versión y con “asterisk -rvvv” se revisa que Asterisk se instaló correctamente, esto se observa en la figura 31.

Figura 31

Asterisk instalado

```

root@Centralita: /etc/asterisk
File Edit Tabs Help
root@Centralita:/etc/asterisk# asterisk -V
Asterisk 16.16.1-dfsq-1
root@Centralita:/etc/asterisk# asterisk -rvvvv
Asterisk 16.16.1-dfsq-1, Copyright (C) 1999 - 2018, Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 16.16.1-dfsq-1 currently running on Centralita (pid = 705)
Centralita*CLI>

```

Nota: La figura muestra la versión de Asterisk instalado y el ingreso al CLI.

Una vez instalado Asterisk, a continuación, se presenta la configuración realizada en los ficheros sip.conf y extensions.conf.

Sip.conf.

Para ingresar y editar el archivo sip.conf, cuya configuración se encuentra en el Anexo 4 utilizar el comando “nano /etc/asterisk/sip.conf”. En este archivo se realiza la configuración con las opciones generales, a este contexto se le llama “general”, el mismo contiene los siguientes parámetros:

- De forma predeterminada, Asterisk intenta redirigir el flujo de medios RTP para que vaya directamente de la persona que llama a la persona que llama. Algunos dispositivos no admiten esto (especialmente si uno de ellos está detrás de un NAT), en este caso se tienen a todos los clientes detrás de un NAT y por este motivo el parámetro “directmedia=off”.
- Se utiliza “context=public” para poder realizar llamadas de entrada y salida,
- En el “binaddr=0.0.0.0” se coloca esta dirección para así utilizar todas las interfaces de red y el puerto para conexiones SIP 5060.
- Se utiliza “qualify=yes” para que asterisk monitoree el estado del peer periódicamente cada 60 segundos.
- Se define “nat=yes” debido a que se encuentra el servicio en la nube y con esta pueda salir las llamadas hacia otras redes.
- Con “canreinvite=no”, una vez que se establezca la llamada Asterisk estará en el medio de la misma y el todo el tráfico entre la llamada lo conocerá Asterisk.
- Configuramos el lenguaje con “language=en”, en este caso en inglés ya que se utilizará audios pregrabados para el IVR.
- Con “disallow=all” se deshabilitan todos los códecs que tiene predeterminado Asterisk.
- Se define los códecs a utilizar “allow=alaw, ulaw”, con esto se habilitan solamente los códecs a utilizar.

La configuración descrita anteriormente se encuentra en la figura 32.

Figura 32

Configuración del contexto general, archivo sip.conf

```
[general]
directmedia=off
context=general
udpbindaddr=0.0.0.0:5060
qualify=yes
nat=yes
canreinvite=no
language=en
disallow=all
allow=alaw, ulaw
```

Nota: La figura muestra la configuración general para las salidas y entradas de llamadas VoIP.

Por otro lado, se crea un contexto llamado “usuario” que tendrá la configuración repetitiva de cada uno de los usuarios, los parámetros configurados se los observa en la figura 33 y son los siguientes:

- El signo “(!)” da los permisos al contexto para que cualquier usuario pueda heredar sus características.
- Se define “type=friend” para que las llamadas puedan ser entrantes y salientes de cada uno de los usuarios.
- Con “host=dynamic” realiza la autenticación IP que puede ser estática o dinámica, en este caso es dinámica.
- El parámetro “context=tesis” dirigirá a los usuarios en el archivo extensions.conf.
- Y con “dtmfmode=rfc2833” para que se pueda realizar el tecleo de los números desde el softphone.

Figura 33

Configuración del contexto usuario, archivo sip.conf

```
[usuario](!
type=friend
host=dynamic
context=tesis
dtmfmode=rfc2833
```

Nota: La figura muestra el contexto general de la configuración para los usuarios.

Finalmente, se crean los usuarios del sistema por medio de la línea de código “include /home/TESIS/usuarios”, esto se observa en la figura 34. Esto incluye el archivo usuarios.txt en el archivo sip.conf, esto se realizó para disminuir el tiempo en la creación de los usuarios, debido a que se tiene alrededor de 500 clientes.

Figura 34

Creación se usuarios en el archivo sip.conf

```
;USUARIOS
#include /home/TESIS/usuarios.txt
```

Nota: La figura muestra la línea de código para la creación de los usuarios utilizando un archivo txt.

Y en la figura 35, se observa una parte del contenido del archivo usuarios.txt, el mismo contiene:

- El ID “[L00365871](usuario)” del usuario el cual se tomará como la extensión a crear el mismo que hereda las características del contexto usuario.
- “username=1206681882” el cual es el nombre con el que estará registrado el usuario en Asterisk en este caso se tomó en cuenta el número de cédula.
- “secret=1206681882” el cual es la contraseña con el cual el usuario se deberá registrar por medio del Softphone. Estas características son propias únicas para cada usuario.

Figura 35

Contenido del archivo usuarios.txt para la creación de las extensiones en el archivo sip.conf

```
1 [L00365871](usuario)
2 username=1206681882
3 secret=1206681882
4 [L00368375](usuario)
5 username=1722168943
6 secret=1722168943
7 [L00365903](usuario)
8 username=504091661
9 secret=504091661
```

Nota : La figura muestra ejemplos de usuarios creados por medio del comando include en un archivo txt.

Extensions.conf.

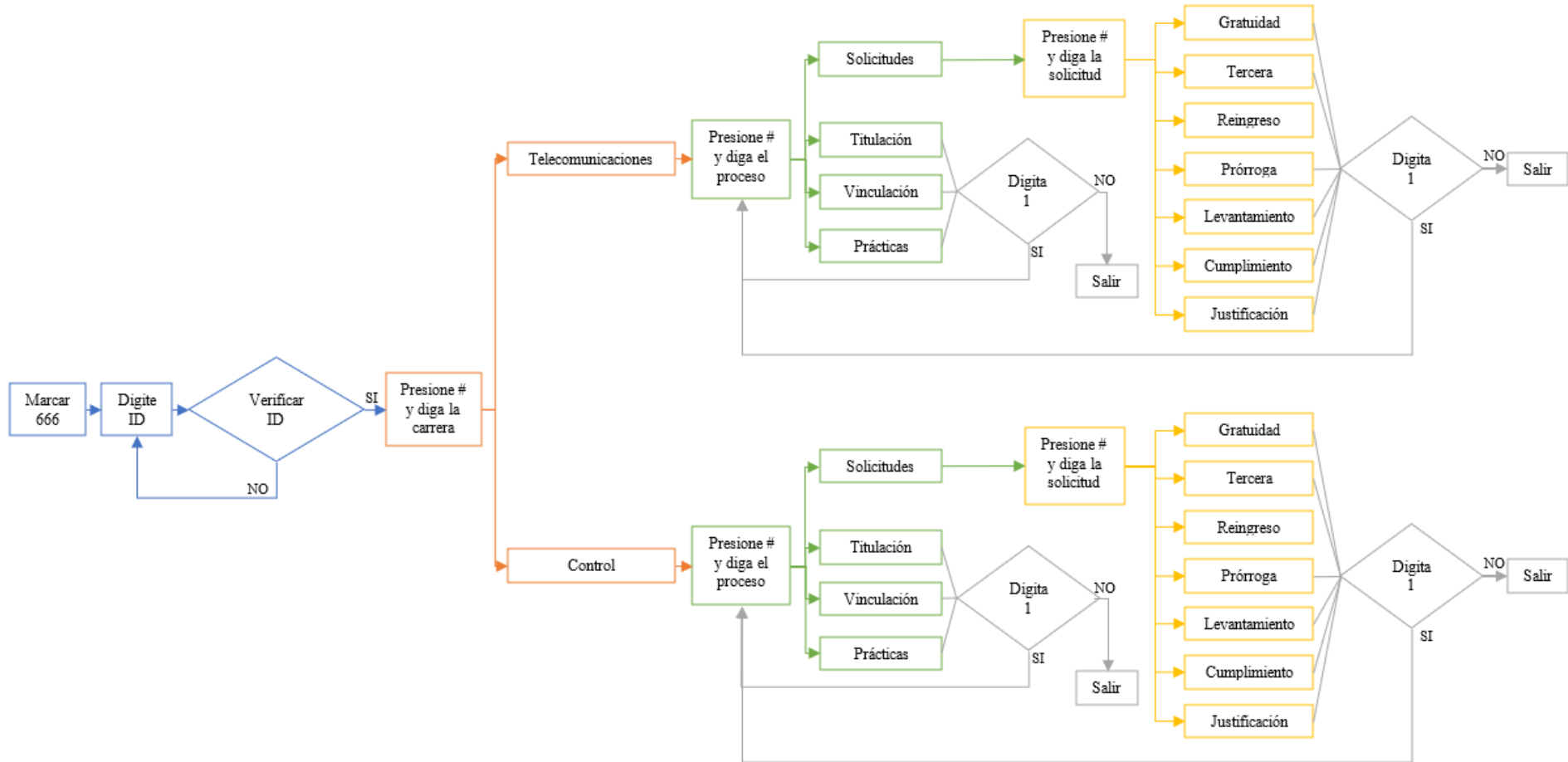
Para la configuración de este archivo, que se encuentra en el Anexo 5 primero se realiza un diagrama con el IVR, como se observa en la figura 36, el mismo consta de 5 niveles:

- Nivel 1: Este se encuentra de color azul, marcar al “666” para ingresar al sistema, digitar el “ID” sin anteponer los dígitos L00, consiguiente a esto el sistema verifica el ID, si el ID no se encuentra en la base de datos entonces el vuelve a pedir que lo digite, caso contrario el sistema pedirá que diga la carrera en la que se encuentra, tomando en cuenta que solamente son carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.
- Nivel 2: Este se encuentra de color naranja, una vez dicha la carrera el sistema puede tomar dos opciones, dirigirse a “Telecomunicaciones” para la Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones o “Control” para Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.
- Nivel 3: Este se encuentra de color verde, una vez ingresado a la carrera ya sea de control o telecomunicaciones, el sistema le pedirá presione “#” y que diga el proceso al que desea requerir los documentos, en este caso, “Solicitudes” para Solicitudes y Procedimientos, “Titulación” para Matrícula en Titulación, “Vinculación” para Vinculación con la Sociedad y “Prácticas” para Prácticas Pre Profesionales. En el caso de titulación, vinculación o practicas el sistema enviará directamente al correo electrónico institucional toda la documentación necesaria para el proceso seleccionado.
- Nivel 4: Este se encuentra de color amarillo, elegido la opción de “Solicitudes”, el sistema le pedirá que digite “#” y diga el tipo de solicitud que desea, “Gratuidad” para Gratuidad para finalizar la malla, “Tercera” para Tercera matrícula, “Reingreso” para un Reingreso a la institución, “Levantamiento” para Levantamiento de impedimento, “Cumplimiento” para el Cumplimiento de malla y finalmente “Justificación” para Justificación de faltas, ya elegido el tipo de solicitud el sistema enviará la documentación al correo institucional.
- Nivel 5: Este se encuentra de color plomo, una vez enviado los documentos al correo institucional el sistema pedirá que digite 1 si desea realizar otra consulta o cualquier número diferente a 1 si desea salir del sistema.

Estos niveles fueron elaborados después de realizar el análisis de la información más común requerida por los estudiantes del Departamento y así cumplir con el objetivo específico “Analizar y dimensionar el tipo de información requerida de forma “común” por parte de usuarios hacia el Departamento y Carreras del DEEL, así como la transaccionalidad cliente – usuario”.

Figura 36

Diagrama de flujo del IVR



Nota: La figura muestra el proceso para la utilización del asistente virtual y los niveles que presenta.

Las extensiones pueden ser de diferentes tipos o prioridad, a continuación, en la tabla 11 se detalla cada una de ellas.

Tabla 11

Tipo de extensión y prioridad

Extensión	Descripción
n	Esta extensión significa siguiente, se los utiliza cuando el orden de prioridad es mayor en 1.
s	Es utilizada cuando no hay un número llamado conocido en el contexto que se utiliza.
t	Esta extensión es de tiempo de espera en el contexto.

Nota: La tabla muestra los diferentes tipos de extensiones que se pueden utilizar dentro del aplicativo Asterisk

Dependiendo de la prioridad de la extensión, en el presente trabajo se han ido utilizando de forma diferente, observando la superioridad de cada extensión.

Para ingresar y editar el archivo `extensions.conf`, utilizar el comando “`nano /etc/asterisk/extensions.conf`”. En este archivo se crea un contexto llamado “`tesis`” al mismo que están direccionados todos los usuarios creados en el archivo `sip.conf`. Dentro de este contexto se encuentran los siguientes parámetros, los mismo que se pueden visualizar en la figura 37:

Se establece “`exten =>_XXXXXX`” para que los usuarios puedan realizar entre ellos sin anteponer los dígitos `L00` del ID debido a que el teclado del Softphone no cuenta con letras, con el Dial se establece que el protocolo a utilizar en este caso es SIP, con el número de extensión en donde se incluye los dígitos mencionados anteriormente y el tiempo de timbreo de la llamada.

Del mismo modo se establece “`exten =>_L00XXXXXX`” esta vez anteponiendo los dígitos `L00` para que se puede realizar el regreso de la llamada, sin marcar nuevamente.

La “exten =>123” se establece para el ingreso del usuario al sistema, realiza la respuesta.

Se utiliza “NoOp” para que en el CLI de Asterisk se tenga un aviso de que el usuario ingreso al sistema o está llamando a la central.

A continuación, se dirige al contexto validación a la primera opción.

Figura 37

Configuración del contexto tesis del archivo extensions.conf

```
[tesis]
exten => _XXXXXX,1,Dial(SIP/L00${EXTEN},30,Ttm)
exten => _L00XXXXXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},30,Ttm)

exten=>666,1,Answer()
same=>n,NoOp(SE LLAMO A LA CENTRAL )
same=>n,Goto(validacion,s,1)
```

Nota: La figura muestra las extensiones creadas para las llamadas entre los usuarios y la interacción con el sistema IVR

Así mismo se crea el contexto “validación” con las siguientes características, mismas que se pueden observar en la figura 38:

- Ingresa al contexto y se realiza un “Answer”, es decir una respuesta de inicio del sistema.
- A continuación, con “Playback” se reproduce el audio de bienvenida que fue grabado anteriormente
- Con el audio ID y con el comando “Read” captamos el ID ingresado desde el teclado y se lo almacena en la variable ID, con un solo intento y con 7 segundos de espera para el ingreso de este dato.
- Como siguiente paso comparamos la longitud de la variable ID y se lo compara con cero, si la longitud es igual a cero se dirige a la extensión nodatos y si la longitud es diferente de cero se dirige a la extensión datos
- Si se dirige a nodatos en el CLI de Asterisk aparece un mensaje de TIEMPO MÁXIMO.
- Seguido se reproduce un audio de tiempo de ingreso a finalizado.
- Y corta la llamada.
- Por otro lado, si se dirige a la extensión datos, en el CLI aparece un mensaje de SE A INGRESDO EL ID:_____.

- Ahora se verifica el ID, con el archivo “base” de Python creado anteriormente se compara con cada uno de los IDs de la base de datos, y si el ID es correcto entonces dará como resultado la palabra PERTENECE y se guarda en la variable verificar, caso contrario dará como resultado NO PERTENECE y se guardará en la variable verificar.
- Después se compara la variable verificar con la palabra PERTNECE, si son iguales entonces irá a la extensión verificados, caso contrario ira a la extensión noverificados.
- Al ir a la extensión verificados, en el CLI de Asterisk aparece un mensaje de VERIFICADO, se realiza una búsqueda en la base de datos con el archivo base y con la opción 1 se obtiene el correo, el cual se almacena en la variable correo, y con la opción 2 se obtiene la variable nombre. A continuación, se realiza un Goto al contexto “ivr” y extensión carrera.
- Al ir a la extensión noverificados, en el CLI de Asterisk aparece un mensaje de NO VERIFICADO, reproduce un audio de ID incorrecto, realiza un Goto para pedir nuevamente el ID, después de pasados 7 segundos de espera se cuelga la llamada por inactividad.

Figura 38

Configuración del contexto validación del archivo extensions.conf

```
[validacion]
exten=>s,1,Answer()
exten=>s,2,Playback(bienvenida) ;AUDIO DE BIEVENIDA
exten=>s,3,Read(ID,id,6,,1,7) ;AUDIO DE PEDIDA DE INGRESO DE DATOS
same=>n,GotoIf(${LEN(${ID})} == 0)?nodatos:datos)
same=>n(nodatos),NoOp(TIEMPO MAXIMO)
same=>n,Playback(tiempoid) ;AUDIO DESPEDIDA POR INACTIVIDAD
same=>n,Hangup()
same=>n(datos),NoOp(SE INGRESO EL ID: L00${ID})
same=>n,Set(verificar=${SHELL(python3 /home/TESIS/base.py '1 'L00${ID} '0)})
same=>n,NoOp(TAMANO LEIDO ${LEN(${verificar}}))
same=>n,GotoIf(${verificar:0:-1} == PERTENECE)?verificados,1:noverificados,1)

exten=>verificados,1,NoOp(VERIFICADO)
same=>n,Set(correo=${SHELL(python3 /home/TESIS/base.py '1 'L00${ID} '1)})
same=>n,Set(nombre=${SHELL(python3 /home/TESIS/base.py '1 'L00${ID} '2)})
same=>n,Goto(ivr,carrera,1)

exten=>noverificados,1,NoOp(NO VERIFICADO)
same=>n,Playback(idinvalido) ;AUDIO ID INCORRECTO
same=>n,Goto(s,3)
same=>n,Hangup()
```

Nota: La figura muestra el proceso de validación del ID del usuario.

El contexto “ivr” está creado para la elección de la carrera, en la figura 39 se observa la configuración y a continuación se encuentra el detalle de la misma.

- Realiza un Goto a la extensión carrera y pedido de carrera.

- Si el usuario sabe la opción a elegir entonces, digitando # el sistema realiza un Goto a carrera y grabado.
- Va a la extensión carrera y el sistema realiza un answer de respuesta.
- Realiza un pedido de carrera utilizando el comando Background el mismo que permite digitar la opción sin que el audio haya terminado.
- Se dirige a grabado en donde por medio del comando Record, Asterisk guarda la voz en la variable num, con el formato .wav y con una duración de 5 segundo en el directorio /tmp/opt.
- Una vez guardado la elección realizada, se reproduce un beep, con esto el usuario sabe que la grabación ya fue guardada.
- Ahora con ayuda de Python y el archivo Voice, se compara la variable guardada anteriormente y el resultado se guarda en la variable carrera.
- En el CLI aparece un mensaje con la carrera y el tamaño de la misma.
- Con Gotoif se compara la variable carrera con la palabra telecomunicaciones, si coincide entonces se dirige a la extensión tele.
- Con Gotoif se compara la variable carrera con la palabra control, si coincide entonces se dirige a la extensión control.
- Si ninguna de las opciones es correcta entonces el CLI manda un mensaje de NO PERTENECE.
- A continuación, reproduce un mensaje de carrera invalida.
- Y realiza un Goto a pedidocarrea nuevamente.
- Si la carrera es telecomunicaciones entonces realiza un Goto al contexto carrera1, telecomunicaciones.
- Caso contrario realiza un Goto al contexto carrera2, control.

Figura 39

Configuración del contexto ivr en el archivo extensions.conf

```
[ivr]
exten=>i,1,Goto(carrera,pedidocarrera)
exten=>#,1,Goto(carrera,grabado)

exten=>carrera,1,Answer()
same=>n(pedidocarrera),Background(carrera) :AUDIO DE SELECCION DE CARRERA
same=>n(grabado),Record(/tmp/opt-${CALLERID(num)}.wav,5)
same=>n,Playback(beep)

same=>n,Set(carrera=${SHELL(python3 /home/TESIS/voice.py '${CALLERID(num)}')}
same=>n,NoOp(CARRERA: ${carrera:0:-1} LONGITUD ${LEN(${carrera:0:-1}})
same=>n,GotoIf(${carrera:0:-1} == telecomunicaciones)?tele
same=>n,GotoIf(${carrera:0:-1} == control)?control1)
same=>n,NoOp(NO PERTENECE O NO DIJO NADA O NO ENTENDI)
same=>n,Playback(carrerainvalida) ;AUDIO DE NO ENTENDI CARRERA
same=>n,Goto(pedidocarrera)
same=>n,Hangup()

same=>n(tele),Goto(carrera1,telecomunicaciones,1)

same=>n(control1),Goto(carrera2,control,1)
```

Nota: La figura muestra el proceso para la elección de la Carrera

En el contexto “carrera1” se detallan las opciones de procesos de la carrera de telecomunicaciones, el mismo proceso se realiza en el contexto “carrera 2” para la carrera de control. En la figura 40 se observa esta configuración:

- Realiza un Goto a la extensión telecomunicaciones opción pedidotema1.
- Si el usuario sabe el tipo de proceso a realizar entonces marca # y el sistema le dirige con Goto a telecomunicaciones opción gt1.
- En la extensión telecomunicaciones, el CLI manda un mensaje TELECOMUNICACIONES.
- Pasa a pedidotema1 y con la opción Background reproduce el audio tema1, en este momento el usuario si sabe la opción # y puede elegir el tema.
- En la opción gt1 con el comando Record se guarda la opción que ha elegido el cliente en la variable num en archivo .wav por 5 segundos.
- Suana un beep de fin de grabación.
- Ahora con el archivo Voice y con la variable num, se busca el tema en la base de datos y este resultado es almacenado en la variable tema1.

- El sistema con Gotolf realiza comparaciones entre la variable tema1 y las palabras solicitud, titulación, vinculación y prácticas. Si coincide con alguna, entonces se dirige a la opción solicitud, titulación, vinculación o practicas respectivamente.
- Una vez realizada la comparación y si la variable no coincide con ninguna entonces, en el CLI aparece un mensaje NO EXISTE OPCIÓN.
- Reproduce un audio con tema 1 inválido grabado anteriormente.
- Realiza un Goto a pedidotema1, nuevamente.

Figura 40

Configuración del contexto carrera1, parte1

```
[carrera1] ;TELECOMUNICACIONES
exten=>i,1,Goto(telecomunicaciones,pedidotema1)
exten=>#,1,Goto(telecomunicaciones,g1)

exten=>telecomunicaciones,1,NoOp(TELECOMUNICACIONES)
same=>n(pedidotema1),Background(tema1) ;AUDIO DE SELECCION TEMA1
same=>n(g1),Record(/tmp/opt-${CALLERID(num)}.wav,,5)
same=>n,Playback(beep)
same=>n,Set(tema1=${SHELL(python3 /home/TESIS/voice.py '${CALLERID(num)}')}
same=>n,GotoIf[${tema1:0:-1} == solicitudes]?solicitud)
same=>n,GotoIf[${tema1:0:-1} == titulacion]?titulacion)
same=>n,GotoIf[${tema1:0:-1} == vinculacion]?vinculacion)
same=>n,GotoIf[${tema1:0:-1} == practicas]?practicas)
same=>n,NoOp(NO EXISTE ESA OPCION)
same=>n,Playback(tema1invalido)
same=>n,Goto(pedidotema1)
```

Nota: La figura muestra el proceso de selección del segundo nivel del IVR, parte 1

En la figura 41, se detalla la parte 2 del contexto carrera1.

- Si se dirige a la opción solicitud y realiza un salto al contexto solicitudes opción teleco.
- El siguiente proceso es el mismo para las opciones vinculación y prácticas.
- Si se dirige a la opción titulación, aparece en el CLI en mensaje TITULACION
- Con ayuda del archivo mensaje creado anteriormente en Python, con la variable nombre, correo, el archivo que se guardó anteriormente correspondiente a titulación y con un mensaje personalizado para el documento, se envía un mensaje al correo institucional. Si se envió, se guarda en la variable envío la palabra ENVIADO y si falla el envío se guarda la palabra NO ENVIADO.
- Reproduce un audio diciendo que el correo fue enviado correctamente.

- Con el comando Read se reproduce el audio otro envío y esta opción es guarda en la variable salida.
- Con Gotolf se compara la variable salida con el número 1, si son iguales se dirige a la opción volver en el cual se realiza un Goto al contexto carrera1 extensión telecomunicaciones, si son diferentes, cuelga se reproduce un audio de despedida y cuelga.

Figura 41

Configuración del contexto carrera1, parte2

```

same=>n(solicitud),Goto(solicitudes,teleco,1)
same=>n(titulacion),NoOp(SELECCIONADO TITULACION)
same=>n,Set(envio=${SHELL}python3 /home/TESIS/mensaje.py '${nombre}' '${correo}' '/home/TESIS/DOCU
same=>n,NoOp(${envio:0:-1})
same=>n,Playback(correo)
same=>n,Read(salida,otroenvio,1,,1,5) ;AUDIO DE Pedir volver
same=>n,GotoIf(${salida} == 1)?volver)
same=>n,Playback(despedida)
same=>n,Hangup()
same=>n(volver),Goto(carrera1,telecomunicaciones,1)

```

Nota: La figura muestra el proceso de selección del segundo nivel del IVR, parte 2

El contexto “solicitudes” se encarga de todas las solicitudes y procedimientos que puede existir en la carrera elegida, figura 42.

- Realiza un Goto a la extensión teleco opción pedidotema2.
- Si el usuario sabe el tipo de proceso a realizar entonces marca # y el sistema le dirige con Goto a telec opción gt2.
- En la extensión telecomunicaciones, el CLI manda un mensaje SELECCIONADO SOLICITUDES.
- Pasa a pedidotema2 y con la opción Background reproduce el audio tema2, en este momento el usuario si sabe la opción # y puede elegir el tema.
- En la opción gt2 con el comando Record se guarda la opción que ha elegido el cliente en la variable num en archivo .wav por 5 segundos.
- Suena un beep de fin de grabación.
- Ahora con el archivo Voice y con la variable num, se busca el tema en la base de datos y este resultado es almacenado en la variable tema2.
- El sistema con Gotolf realiza comparaciones entre la variable tema2 y las palabras gratuidad, tercera, reingreso, prorroga, levantamiento, cumplimiento y justificación.

Si coincide con alguna, entonces se dirige a la opción gratuidad, tercera, reingreso, prórroga, levantamiento, cumplimiento o justificación respectivamente.

- Una vez realizada la comparación y si la variable no coincide con ninguna entonces, en el CLI aparece un mensaje NO EXISTE OPCIÓN.
- Reproduce un audio con tema 2 inválido grabado anteriormente.
- Realiza un Goto a pedidotema2, nuevamente.

Figura 42

Configuración del contexto solicitudes, parte1

```
[solicitudes]
exten=>i,1,Goto(teleco,pedidotema2)
exten=>#,1,Goto(teleco,gt2)

exten=>teleco,1,NoOp(SELECCIONADO SOLICITUDES)
same=>n(pedidotema2),Background(tema2) ;AUDIO DE SELECCION TEMA2
same=>n(gt2),Record(/tmp/opt-${CALLERID(num)}.wav,,5)
same=>n,Playback(beep)
same=>n,Set(tema2=${SHELL(python3 /home/TESIS/voice.py '${CALLERID(num)}')} )
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == gratuidad}?gratuidad)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == tercera}?tercera)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == reingreso}?reingreso)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == prorroga}?prorroga)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == levantamiento}?levantamiento)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == cumplimiento}?cumplimiento)
same=>n,GotoIf(${ ${tema2:0:-1} == justificacion}?justificacion)
same=>n,NoOp(${tema2:0:-1})
same=>n,NoOp(NO EXISTE ESA OPCION)
same=>n,Playback(tema2invalido)
same=>n,Goto(pedidotema2)
```

Nota: La figura muestra el proceso de selección de las solicitudes de la carrera, nivel 3, parte 1

En la figura 43, se detalla la parte 2 del contexto solicitudes, el siguiente proceso es el mismo para las opciones tercera, reingreso, prórroga, levantamiento, cumplimiento y justificación.

- Si se dirige a la opción titulación, aparece en el CLI en mensaje TITULACIÓN
- Con ayuda del archivo mensaje creado anteriormente en Python, con la variable nombre, correo, el archivo que se guardó anteriormente correspondiente a gratuidad y con un mensaje personalizado para el documento, se envía un mensaje

al correo institucional. Si se envió se guarda en la variable envío la palabra ENVIADO y si falla el envío se guarda la palabra NO ENVIADO.

- Reproduce un audio diciendo que el correo fue enviado correctamente.
- Con el comando Read se reproduce el audio otro envío y esta opción es guarda en la variable salida.
- Con GotoIf se compara la variable salida con el número 1, si son iguales se dirige a la opción volver1 en el cual se realiza un Goto al contexto solicitudes extensión telecomunicaciones, si son diferentes, cuelga se reproduce un audio de despedida y cuelga.

Figura 43

Configuración del contexto solicitudes, parte2

```
same=>n(gratuidad),NoOp(SELECCIONADO GRATUIDAD)
same=>n,Set(envio=${SHELL(python3 /home/TESIS/mensaje.py '${nombre}' '${correo}'
same=>n,NoOp(${envio:0:-1})
same=>n,Playback(correo)
same=>n,Read(salida,otroenvio,1,,1,5) ;AUDIO DE Pedir volver
same=>n,GotoIf(${salida} == 1)?volver1
same=>n,Playback(despedida)
same=>n,Hangup()
same=>n(volver1),Goto(carrera1,telecomunicaciones,1)
```

Nota: La figura muestra el proceso de selección de las solicitudes de la carrera, nivel 3, parte 2

Fail2Ban

Instalación.

Realizada la configuración de los archivos sip.conf y extensions.conf, ahora se debe tener en cuenta la seguridad del servidor en la nube, es importante saber que hay diferentes ataques que se realizan a los diferentes servicios en especial ataques de denegación de servicios, en este caso se cuenta con la herramienta Fail2ban que como se mencionó en el capítulo II, permite bloquear a aquellos que intenten vulnerar servicios como SSH, SMTP, HTTP, etc., mediante el intento de la fuerza bruta, si Fail2ban encuentra reiterados registros o logins fallidos desde una misma IP rechaza estos intentos de conexión y los bloquea. Para la instalación es necesario seguir los siguientes pasos:

- Realizar una actualización del sistema con el comando “sudo apt-get update”
- Instalar Fail2ban con el comando “apt-get install fail2ban”

Configuración.

Una vez instalada la herramienta se procede a realizar la configuración realizando el siguiente proceso:

- Ingresar al archivo jail.conf por medio del comando “nano /etc/fail2ban/jail.conf”.
- Buscar el contexto “asterisk” e ingresamos el código que se encuentra en la figura 44. Donde el parámetro “enabled=true” activa el monitoreo del servicio, “port=5060,5061” que son los puertos a ser escuchados y vas a ser motinoreados para la detección y bloqueo de intrusos, “action” son las acciones que se toma en cuenta cuando se realiza un login incorrecto al servidor por defecto se encuentran las acciones de bloqueo, “logpath” es la dirección donde se guardan los mensajes correspondientes a la acción que se ha tomado, “maxretry=10” el cual es el número máximo de intentos para acceder al servicio por medio de los puertos que fueron configurados anteriormente y finalmente “bantime=259200” que es el tiempo en la que la IP permanecerá bldeoqueada, y se encuentra en segundos.

Figura 44

Configuración de Asterisk en el archivo jail.conf

```
[asterisk]
enabled= true
port      = 5060,5061
action_   = %(default/action_)s[name=%(__name__)s-tcp, protocol="tcp"]
           %(default/action_)s[name=%(__name__)s-udp, protocol="udp"]
logpath   = /var/log/asterisk/messages
maxretry  = 10
bantime=259200
```

Nota: La figura muestra la configuración de la herramienta Fail2Ban para el servicio de asterisk

- Guardar los cambios y salir, a continuación, reiniciar fail2ban con el comando “etc/init.d/failan restart”.
- Posteriormente se observa el estado de la herramienta para el servicio de Asterisk por medio del comando “fail2ban-client status asterisk”, en la figura 45, se observa que ya han sido baneados 15 usuarios, el total de fallos en este caso 543 y el listado de IP de los usuarios baneados.

Figura 45

Estado de la herramienta para el servicio de Asterisk

```

root@Centralita:/home/espe# fail2ban-client status asterisk
Status for the jail: asterisk
|- Filter
|  |- Currently failed: 11
|  |- Total failed:    543
|  `-- File list:      /var/log/asterisk/messages
- Actions
  |- Currently banned: 14
  |- Total banned:    15
  `-- Banned IP list:  13.78.142.43 185.153.180.141 2.57.121.32 2.57.121.33 20
.206.109.63 20.63.98.42 20.77.245.113 40.112.169.10 45.134.144.99 51.11.240.94
52.142.190.245 52.235.7.72 54.39.90.120 79.143.188.118

```

Nota: La figura muestra el status de la herramienta en el servidor de Asterisk, entrega un alista de las IP baneadas.

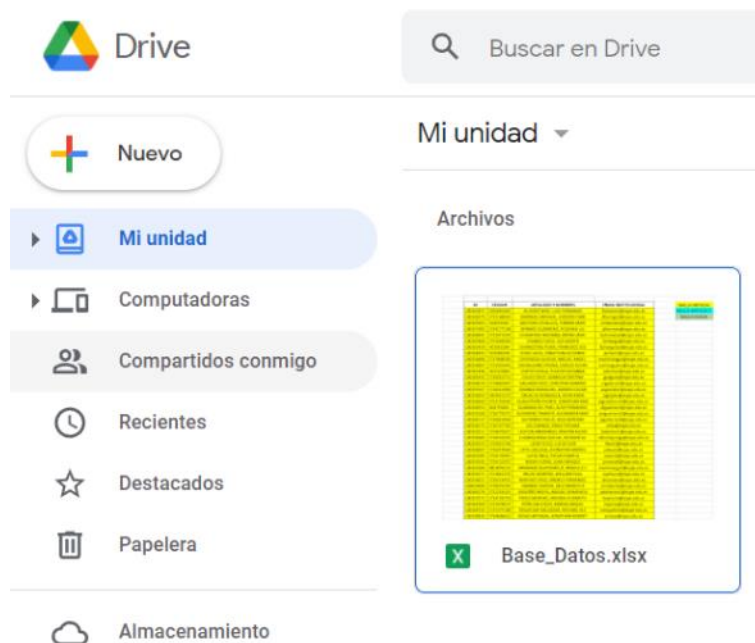
- Por el contrario, si las direcciones IP que se encuentran baneadas no corresponden a intrusos, es decir son usuarios propios del servicio que han olvidado su usuario o clave y han sido baneados, con el comando “fail2ban-client set asterisk addignore IP” se puede quitar el baneo de los mismo.

Correo electrónico

Se crea un correo electrónico llamado Documentación ESPE, el cual cuenta con un gestor en la nube “Drive” en el que se almacenan los documentos a enviar, funcionando, así como base de datos. En la figura 46, se observa el archivo Base_Datos en el que se encuentran la información personal de los clientes, número de cédula, ID, nombres completos y correo electrónico institucional.

Figura 46

Drive como base de datos

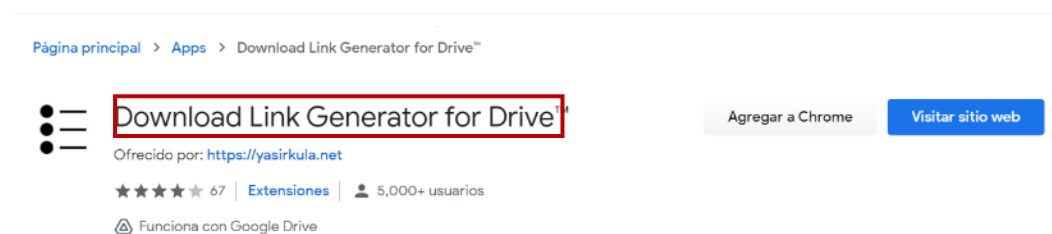


Nota: La figura muestra la base de datos ingresada en Google Drive, nube publica, para el manejo de los usuarios del sistema.

Para utilizar este archivo es necesario generar un link, con el cual se pueda acceder, para esto es necesario instalar Download Link Generator for Drive, figura 47.

Figura 47

Herramienta generadora de links

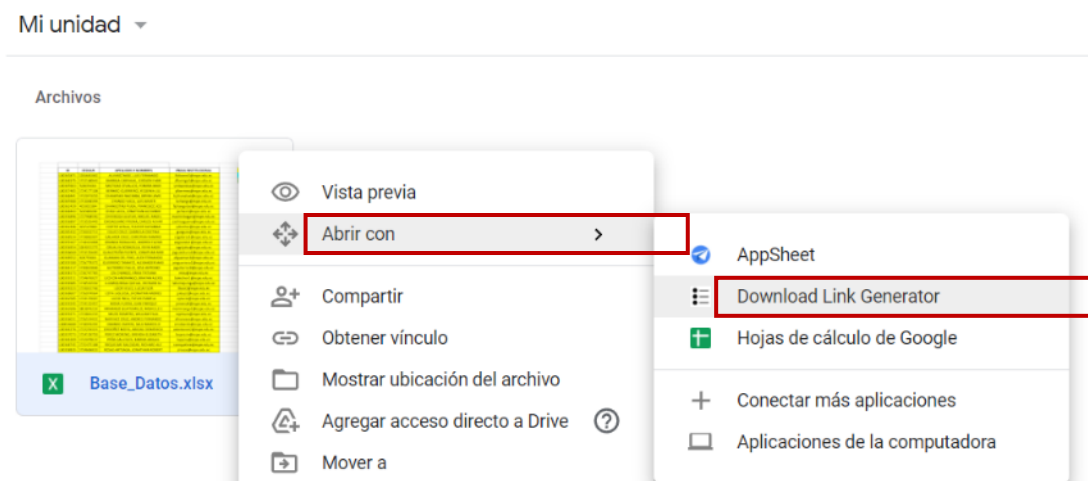


Nota: La figura muestra la herramienta para generar el link de descarga de la base de datos.

En la figura 48, una vez instalada, se debe dar clic derecho encima del archivo, elegir la opción abrir con y elegir la herramienta antes mencionada.

Figura 48

Proceso para generar el link



Nota: La figura muestra los pasos para generar el link de descarga de la base de datos.

Realizado el proceso, a continuación, se abre la ventana que se encuentra en la figura 49, al final se encuentra el link del archivo.

Figura 49

Link generado

Download Link Generator for Drive™

[Source Code](#) | [Marketplace](#)

This Drive™ extension/add-on lets you generate direct download links for the files in your Drive™ storage. Simply right click the file/folder in your Drive™ and select *Open with* -> *Download Link Generator*. When a folder is selected, download links for all the files in that folder are generated. If *Download Link Generator* button isn't present, then you may first need to authorize this extension by clicking the *Authorize* button below.

For the generated download links to work everywhere, you need to make the file/folder public. To do this, you can right click the file/folder, select *Get link* and change visibility from *Restricted* to *Anyone with the link*.

Privacy: This extension accesses the metadata of the selected file/folder and reads its download link from that metadata. All communications with the Drive™ servers is handled via the official *Drive™ Javascript API* and your Drive™ data is not stored in any way in our databases. Regarding the "See information about your Google Drive files" permission asked during the authorization:

- **The titles and descriptions of your files:** names and the download links of the files that you've opened with this extension will be accessed
- **The names and email addresses of people you share files with:** this extension doesn't access this info, this is just a generic text explaining the extents of the permission that this extension asks for. It doesn't necessarily mean that the extension accesses that data
- **Your folders and how files are organized:** when a folder is opened with this extension, names and download links of all files inside that directory will be read by this extension

This extension is hosted at yasirkula.net website and is subject to its [Privacy Policy](#).

Display results as table
 Display file preview links instead of file download links

Status: **finished**

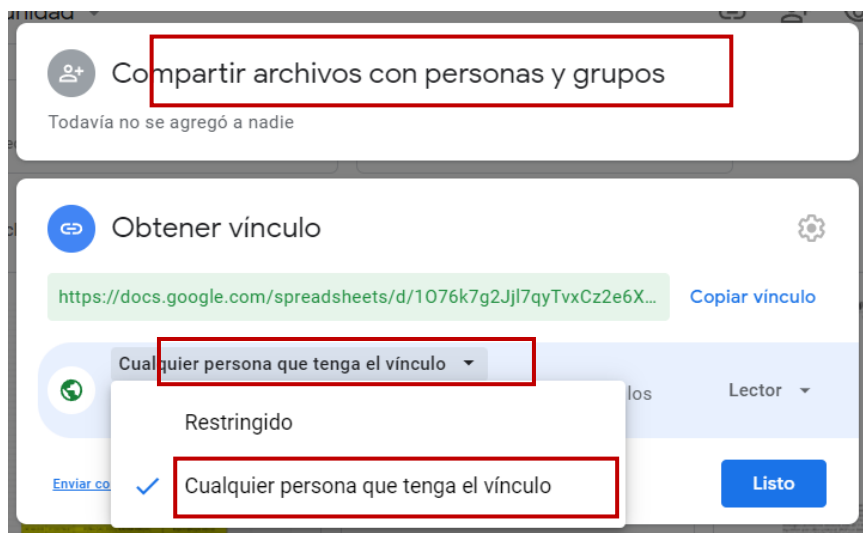
Base_Datos.xlsx <https://drive.google.com/uc?id=1076k7g27j17qyTvxCz2e6XF8Jv0d7Cz&export=download>

Nota: La herramienta dirigirá a una nueva ventana que contiene el enlace de descarga que puede ser utilizado en cualquier navegador

Además, al archivo se deben dar los permisos de compartir, es decir hacerlo visible para que pueda ser descargado, la figura 50 muestra el proceso.

Figura 50

Configurar los permisos de compartir a público

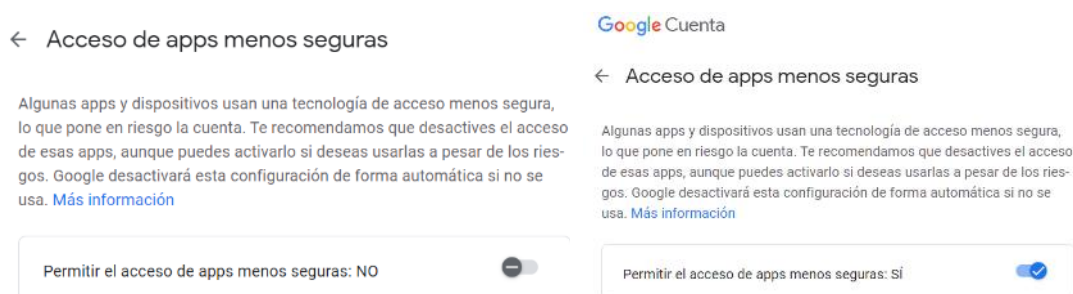


Nota: Para poder descargar la base de datos se debe otorgar permisos y convertir al archivo de privado a público, esto se muestra en la figura

Por otra parte, el correo creado también servirá como gestor de envío de los documentos, por este motivo es necesario configurar el acceso de apps menos seguras, en la figura 51, se observa que se le otorga el permiso de acceso de apps menos seguras.

Figura 51

Configuración de correo electrónico para el acceso de apps menos seguras



Nota: La figura muestra los permisos otorgados para el acceso de aplicaciones menos seguras.

VoIP Spear.

Para monitorear el servicio diseñado, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Crear una cuenta e iniciar sesión en VoIP Spear.
- Crear un punto final.

La máquina virtual fue creada con servidor en Nueva York, en este caso el para el monitoreo se lo realiza en Nueva York y Viña del Mar en Chile para realizar una comparación de la calidad de la llamada. Ir a Puntos finales, ingresar un nombre del punto final "Tesis", la dirección IP del servicio "149.248.17.155" y guardar, el proceso se observa en la figura 52. Se realiza una alerta predeterminada ya que solamente se utiliza el monitor para las pruebas del sistema.

Figura 52

Crear el punto final

Soporte/Ayuda

Cerrar sesión

PRUEBAS DE CALIDAD DEL SERVICIO

Puntos finales

Configuración de alertas

INFORMES

Gráfico personalizado

Datos de calidad del servicio

Nombre

Tesis

Dirección IP

149.248.17.155

Servidores

Nueva York x Viña del Mar, Chile x

OPCIONES AVANZADAS

La mayoría de los clientes de VoIP Spear no ajustan la configuración avanzada.

Descripción

Umbral de alerta

Sin alertas

¿Alertas predeterminadas?

sf

Primera alerta después de 10 minutos. Luego alerta cada 30 minutos. Lista de alertas: karubio@espe.edu.ec

GUARDAR PUNTO FINAL

CANCELAR

Nota: La figura muestra la configuración realizada para crear el punto final que monitoreará el servicio anteriormente implementado.

Una vez creado el punto a continuación, en la figura 53 se observa la descripción final, el monitor asigna una identificación y los detalles de prueba estas se realizará cada 15 minutos con el códec G711 con el cual se realizó el sistema, cada prueba consta de 25 paquetes con 10 ms entre cada uno de ellos. Además de las alertas personalizadas que se realizaras la primera cada 10 minutos y las siguientes cada 30 minutos.

Figura 53

Descripción del funcionamiento del punto final de monitoreo

TESIS

IDENTIFICACIÓN: 36016

Umbral de alerta: Alertas desactivadas

Dirección IP: 149.248.17.155

MO actual: 3.3 - 4.3

Probado desde: Nueva York
Viña Del Mar, Chile

Direcciones IP de nuestros Servidores

Detalles de la prueba: Pruebas Spear de VoIP con el códec G.711 cada 15 minutos. Cada prueba consta de 25 paquetes con 10 ms entre cada paquete.

Creado: Sábado; Última actualización: sábado

Alertas personalizadas AGREGAR ALERTA PERSONALIZADA

ESCRIBE	REGLAS	CORREOS ELECTRÓNICOS
Defecto	Primera alerta después de 10 minutos. Después, alerta cada 30 minutos.	karubio@espe.edu.ec

Nota: La figura muestra las características del funcionamiento del punto final como el códec a utilizar, tiempo de monitorización y alertas personalizadas.

- Filtrar dato

Finalmente, los datos se pueden obtener de acuerdo con las necesidades de los estudios, en este caso se recolecta los datos de 6 horas, estas horas depende de las pruebas a realizar. En la figura 54, se filtran los datos del punto final "Tesis" durante las últimas 6 horas.

Figura 54

Filtrado de información

tesis
x
v

Últimas 6 horas
x
v

VAMOS
v

[¿Necesita ayuda para entender este informe?](#)

Nota: La figura muestra los filtros de selección de datos monitoreados por la herramienta.

Pruebas del desarrollo del sistema

Pruebas Python

Pruebas correo.

Para la ejecución del Script que se encarga del envío de correo electrónico de prueba se envían los siguientes parámetros:

- Nombre del usuario: Alex Guamán(rojo)
- Correo electrónico del usuario: afguaman3@espe.edu.ec (amarillo)
- Directorio del documento a enviar: /home/TESIS/usuarios.txt (azul)
- Tema: Pruebas (verde)

Figura 55

Ejecución script mensaje.py

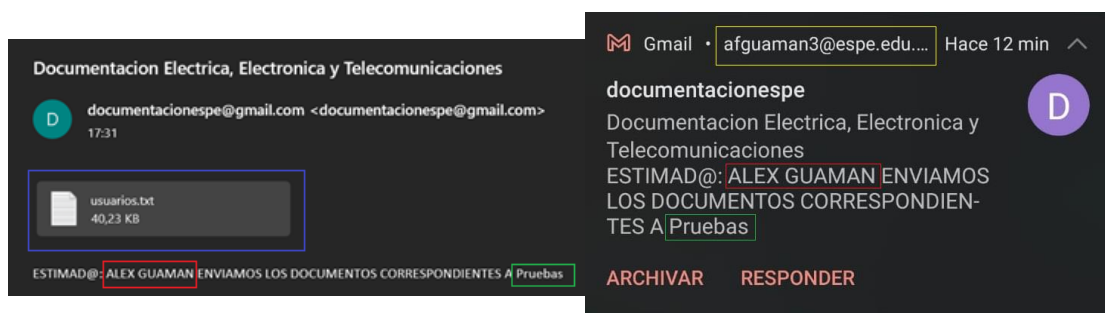
```
espe@Centralita:/home/TESIS$ python3 mensaje.py 'ALEX GUAMAN' 'afguaman3@espe.edu.ec'
/home/TESIS/usuarios.txt' 'Pruebas'
CORREO ENVIADO
espe@Centralita:/home/TESIS$
```

Nota: La figura muestra la línea de comando ejecutada para realizar el envío del correo electrónico.

Se puede verificar en la figura 55, como luego de la ejecución del código se muestra un mensaje que dice CORREO ENVIADO, señal que indica que el correo se envió sin inconveniente al destinatario, lo cual se puede observar en la siguiente figura 56.

Figura 56

Mensaje recibido en el usuario final



Nota: La figura muestra el correo electrónico recibido por lado del usuario final.

Pruebas base.

El script base.py se divide en 2 partes importantes para su funcionamiento, primero se debe realizar la descarga de los archivos xlsx y zip alojados en la nube, para ser procesados y descomprimidos dentro de la máquina virtual para ello se ejecuta el archivo Python base.py en modo descarga es decir su primer argumento de entrada tiene que ser "0" como se puede verificar en la figura 57 en el recuadro rojo, cuando el primer argumento presenta este valor los demás argumentos pueden presentar cualquier valor que sea dado que en este modo no se utilizan los argumentos de entrada restantes.

Figura 57

Ejecución del script base.py en modo descarga

```

root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '0' ' ' ' ' ' '
--2021-12-19 23:21:22-- https://drive.google.com/uc?id=1076k7g2JjL7qyTvxCz2e6XF8Jw0dJCzz7e=download
root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '0' ' ' ' ' ' '
--2021-12-19 23:21:22-- https://drive.google.com/uc?id=1076k7g2JjL7qyTvxCz2e6XF8Jw0dJCzz7e=download
Resolving drive.google.com (drive.google.com)... 142.250.72.174, 2607:f8b0:4007:816::200e
Connecting to drive.google.com (drive.google.com)|142.250.72.174|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Moved Temporarily
Location: https://doc-00-a8-docs.googleusercontent.com/docs/securesc/ha0r0937gcuc7l7deffksulhg5h7mbp1/re22dku07vrf625rga9m8g8fjiedun57/17g2JjL7qyTvxCz2e6XF8Jw0dJCzz7e=download [following]
Warning: wildcards not supported in HTTP.
--2021-12-19 23:21:22-- https://doc-00-a8-docs.googleusercontent.com/docs/securesc/ha0r0937gcuc7l7deffksulhg5h7mbp1/re22dku07vrf625rga9m8g8fjiedun57/17g2JjL7qyTvxCz2e6XF8Jw0dJCzz7e=download
Resolving doc-00-a8-docs.googleusercontent.com (doc-00-a8-docs.googleusercontent.com)... 142.250.72.129, 2607:f8b0:4007:816::2001
Connecting to doc-00-a8-docs.googleusercontent.com (doc-00-a8-docs.googleusercontent.com)|142.250.72.129|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 91546 (89K) [application/vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet]
Saving to: 'tabla.xlsx'

tabla.xlsx      100%[=====] 89.40K  --.-KB/s   in 0.02s
2021-12-19 23:21:22 (3.49 MB/s) - 'tabla.xlsx' saved [91546/91546]

--2021-12-19 23:21:23-- https://drive.google.com/uc?id=100mpKFDT6ckUBBnLEQ-90fuGidwq7KbH7e=download
Resolving drive.google.com (drive.google.com)... 142.250.72.174, 2607:f8b0:4007:816::200e
Connecting to drive.google.com (drive.google.com)|142.250.72.174|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Moved Temporarily
Location: https://doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com/docs/securesc/ha0r0937gcuc7l7deffksulhg5h7mbp1/fnt189kdmbev0jjf48k9k0hbfjdsqao6/1KFDt6ckUBBnLEQ-90fuGidwq7KbH7e=download [following]
Warning: wildcards not supported in HTTP.
--2021-12-19 23:21:23-- https://doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com/docs/securesc/ha0r0937gcuc7l7deffksulhg5h7mbp1/fnt189kdmbev0jjf48k9k0hbfjdsqao6/1KFDt6ckUBBnLEQ-90fuGidwq7KbH7e=download
Resolving doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com (doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com)... 142.250.72.129, 2607:f8b0:4007:816::2001
Connecting to doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com (doc-0g-a8-docs.googleusercontent.com)|142.250.72.129|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1301429 (1.2M) [application/x-zip-compressed]
Saving to: 'carpeta.zip'

carpeta.zip     100%[=====] 1.24M  6.70MB/s   in 0.2s
2021-12-19 23:21:24 (6.70 MB/s) - 'carpeta.zip' saved [1301429/1301429]

```

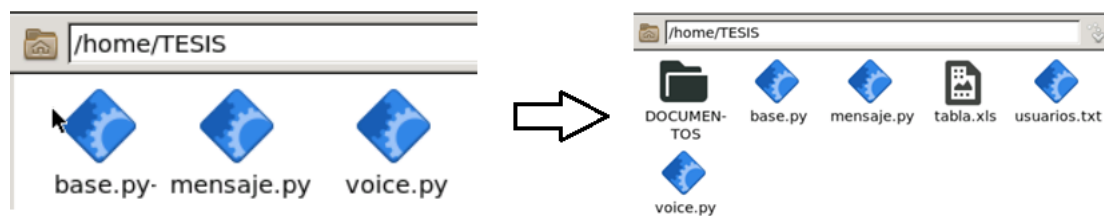
Nota: La figura muestra la ejecución del código que permite la actualización de la lista de usuarios que formaran parte del sistema.

Se puede observar cómo se realiza la descarga de los dos archivos principales tabla.xlsx (amarillo) y carpeta.zip (verde), los cuales al ser procesados nos entregan como

resultado el archivo usuarios.txt, la carpeta DOCUMENTOS y el archivo tabla.xls como se puede observar en la figura 58.

Figura 58

Resultado script base.py en modo descarga



Nota: La figura muestra los archivos creados luego de la ejecución de los comandos que permiten el control de la base de datos.

El segundo modo en que trabaja el script base.py es como modo consulta para lo cual es necesario que previamente se haya ejecutado al menos una vez el script en modo descarga para obtener el archivo xls el cual será el archivo base para realizar las consultas. Para la prueba se ha tomado el siguiente usuario como ejemplo.

Tabla 12

Parámetros para la creación de usuarios

ID ESPE	Cedula	Nombres y apellidos	Correo Estudiantil
L00368767	1724361611	RUBIO QUINCHUELA, KAREN ABIGAI	karubio@espe.edu.ec

Nota: La tabla muestra los datos necesarios para crear un usuario que pueda interactuar con el asistente de documentación.

Para el primer tipo de consulta modo 0 (rojo) se ingresa el ID de manera incorrecta, el sistema se encarga de buscar el ID dentro del archivo tabla.xls obteniendo como resultado si el ID ingresado pertenece o no pertenece al archivo para este caso se puede verificar como se obtuvo una respuesta de “NO PERTENECE”, ya que se ingresó un ID incorrecto, se realizó la misma prueba con el ID correcto como se observa en la figura 59 en el recuadro amarillo, obteniendo como resultado que el ID ingresado si “PERTENECE” al archivo tabla.xls.

El segundo tipo de consulta modo 1 que se observa en la figura 59 recuadro verde, entrega como resultado el correo electrónico del usuario propietario del ID que se ingresó,

para la ejecución de prueba se puede verificar como se obtuvo de respuesta

karubio@espe.edu.ec

El tercer tipo de consulta modo 2 figura 59 recuadro azul, entrega como resultado el nombre del usuario propietario del ID que se ingresó, para la ejecución de prueba se puede verificar como se obtuvo de respuesta “RUBIO QUINCHUELA, KAREN ABIGAIL”

Figura 59

Ejecución del script base.py en modo consulta

```

root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '1' 'L003687673' '0'
NO PERTENECE
root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '1' 'L00368767' '0'
PERTENECE
root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '1' 'L00368767' '1'
karubio@espe.edu.ec
root@Centralita:/home/TESIS# python3 base.py '1' 'L00368767' '2'
RUBIO QUINCHUELA, KAREN ABIGAI
root@Centralita:/home/TESIS#

```

Nota: La figura muestra la ejecución de los comandos de búsqueda con el usuario de prueba para obtener las variables del tipo nombre y correo electrónico.

Pruebas voz.

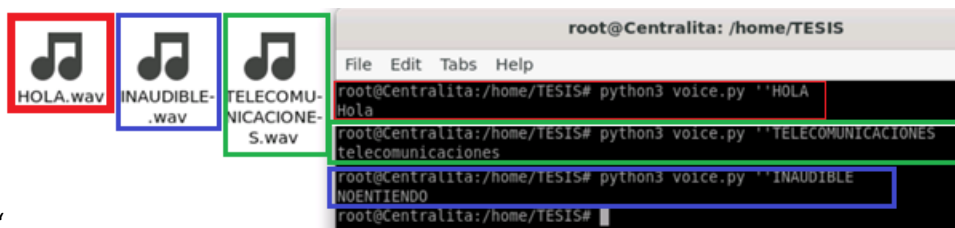
Para las pruebas de la conversión de voz a texto se utilizó 3 audios de prueba en los cuales se pronuncian las palabras hola, telecomunicaciones y un audio inaudible. Mismos que serán puestos a prueba en el script voice.py.

Se pueden observar las 3 interacciones con los audios en la figura 60 la cual muestra los resultados siguientes:

- Ejecución con audio HOLA.wav como ingreso se obtuvo una respuesta de Hola.
- Ejecución con audio TELECOMUNICACIONES.wav como ingreso se obtuvo una respuesta de telecomunicaciones.
- Ejecución con audio INAUDIBLE.wav como ingreso se obtuvo una respuesta de NOENTIENDO.

Figura 60

Ejecución del script `voice.py`.



Nota: La figura muestra las respuestas obtenidas tras la ejecución del código encargado de convertir la voz a texto.

Pruebas Asterisk

Pruebas sip.conf.

Para comprobar que los usuarios han sido cargados correctamente se utiliza el comando “`sip show peers`” y observan todas las cuentas creadas en el archivo `sip.conf`, parte de los usuarios se encuentra en la figura 61, donde muestra el nombre, username, el host y el estado, siendo esta la información más relevante.

Figura 61

Usuarios creados en el archivo `sip.conf`

```

Centralita*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Forcerport Comedia  ACL Port  Status  Description
L00003406/1718334400 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00004959/1719023572 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00017482/1722168059 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00022577/1718344490 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00031726/401749197  (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00039460/1716729817 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00041911/1718921578 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00041963/603529280  (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00043556/1724758980 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00045066/1720449386 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00047330/1717712697 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00047366/1718589565 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00047999/1718332222 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00052084/1722655790 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00052977/1723330831 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00054507/1721743514 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00054680/1718976291 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN
L00061402/1723516058 (Unspecified)      D Yes   Yes     0      0      UNKNOWN

```

Nota: La figura muestra una parte de los usuarios creados y que están disponibles para utilizar el sistema implementado.

Además, muestra el total de usuarios, y el monitoreo que se realiza, en la figura 62 muestra en el monitoreo realizado existe 1 usuario en línea y 510 usuarios que no están en línea, este monitoreo lo realiza usando el SIP RTP en un tiempo de 5 segundos.

Figura 62

Monitoreo realizado

```
511 sip peers [Monitored: 1 online, 510 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
Using SIP RTP CoS mark 5
```

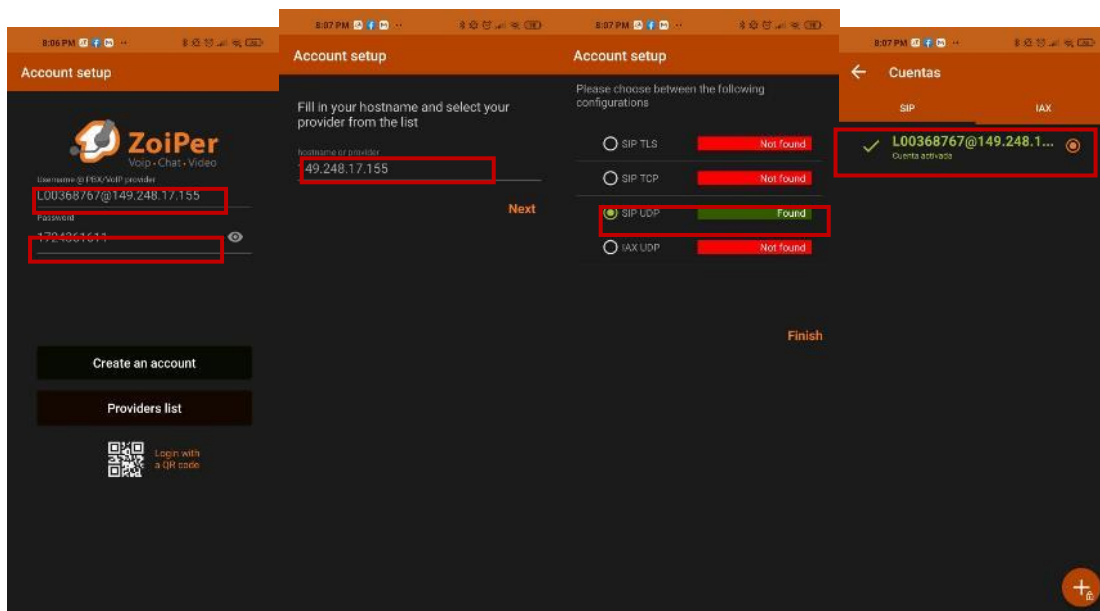
Nota: La figura muestra un monitoreo realizado para verificar el inicio de sesión del usuario de prueba.

Pruebas extensions.conf.

En este caso se utiliza el Softphone Zoiper a los dos extremos, el primer usuario se encuentra con el ID L00368767 en Quito y el segundo usuario con el ID L00368552 en Riobamba. En la figura 63, se observa el registro en el Softphone, para la descarga buscar “Zoiper” en Play Store en caso de Android o en App Store en caso de IOS.

Figura 63

Proceso para el registro en el Softphone Zoiper



Nota: La figura muestra el proceso para poder iniciar sesión dentro del sistema Zoiper con nuestro usuario previamente creado

En la figura 63, se muestra el ingreso del usuario “L00368767@IP”, la contraseña que en este caso es el número de cédula, siguiente paso ingresar la IP del servidor en la nube, dar a siguiente, dejar que se autenticen todos los protocolos, en este caso se encontró el protocolo SIP con el que se realizó la configuración, damos en finish y listo la

cuenta esta activa. Para comprobar que el archivo extensions se encuentra bien configurado se realizan dos pruebas:

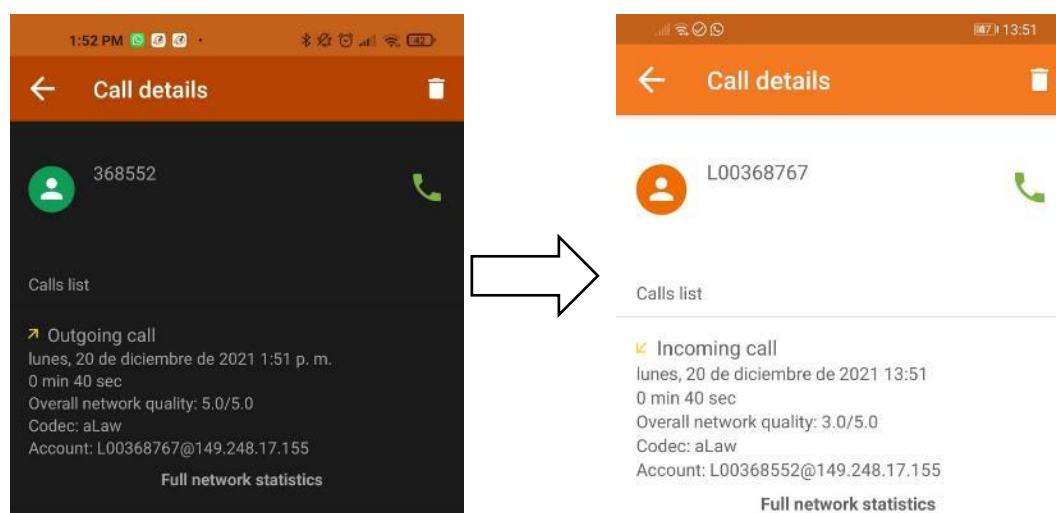
- Llamada entre usuarios

Los usuarios fueron registrados anteriormente, se realizó una llamada entre los mismo para la verificación de llamadas entrantes y salientes.

En la figura 64 se observa la llamada realizada desde Quito a Riobamba y en la tabla 13 se detallan las características generales de la llamada, mirando la estadística MOS se puede decir que el usuario de la llamada saliente tuvo una muy buena recepción y envío de información, por otro lado, el usuario entrante la calidad fue una buena recepción y envío de información.

Figura 64

Llamada Quito a Riobamba



Nota: La figura muestra la llamada saliente desde Riobamba hacia Quito.

Tabla 13

Características de la llamada de Quito a Riobamba

Tipo de llamada	Llamada saliente	Llamada entrante
Cuenta	L00368767@149.248.17.155	L00368552@149.248.17.155
Tiempo de llamada	40 seg	40 seg

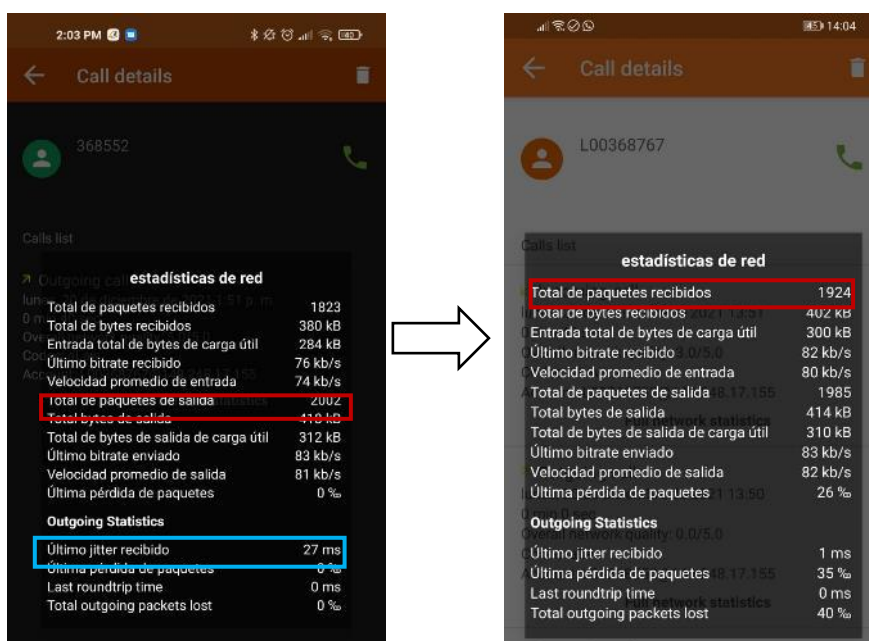
Códec utilizado	aLaw	aLaw
Calidad de la llamada MOS	5/5	3/5

Nota: La tabla muestra las características del códec utilizado, el tiempo de la llamada y la calidad de voz

Por otra parte, en la figura 65 se encuentran las estadísticas de la red y en la tabla 14 se realiza un análisis de la pérdida de paquetes y se observa si la calidad de la llamada es óptima.

Figura 65

Estadística de la red



Nota: La figura muestra las características de la red como los paquetes de salida, entrada y jitter recibido.

Tabla 14

Pérdida de paquetes

Paquetes enviados	Paquetes recibidos	Porcentaje de pérdida
2002	1924	3.89%

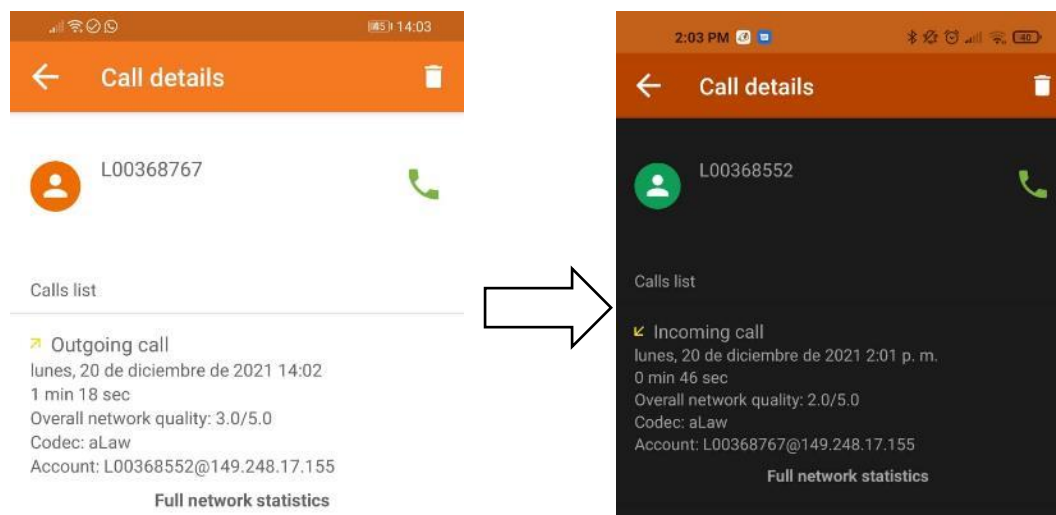
Nota: La tabla muestra los valores obtenidos de paquetes de envío y recepción, jitter durante la llamada de prueba

En la tabla 14 se observa que la pérdida de paquetes en la llamada fue de 3.89% aproximadamente dando como resultado una llamada óptima, con un jitter de 27 ms que se muestra en la figura 65 de color azul, como se sabe un retraso de unos 30 ms o más puede provocar distorsiones e interrupciones en una llamada, para que la transmisión funcione de manera eficiente, la fluctuación debe ser inferior a 30 ms.

La siguiente llamada fue realizada desde Riobamba hacia Quito, mostrada en la figura 66 y en la tabla 15 se detallan las características generales de la llamada, observando la estadística MOS se puede decir que el usuario saliente tuvo buena recepción y envío de paquetes, por otro lado el usuario entrando tuvo un envío y recepción regular, todos estos valores dependen de la calidad de internet que posea cada usuario, sin embargo en las dos llamadas se observa que las llamadas entrantes y salientes están bien configuradas.

Figura 66

Llamada desde Riobamba a Quito



Nota: En la figura se observa una llamada saliente desde Riobamba a Quito, llamada entre usuarios

Tabla 15

Características de la llamada de Riobamba a Quito

Tipo de llamada	Llamada saliente	Llamada entrante
Cuenta	L00368552@149.248.17.155	L00368767@149.248.17.155

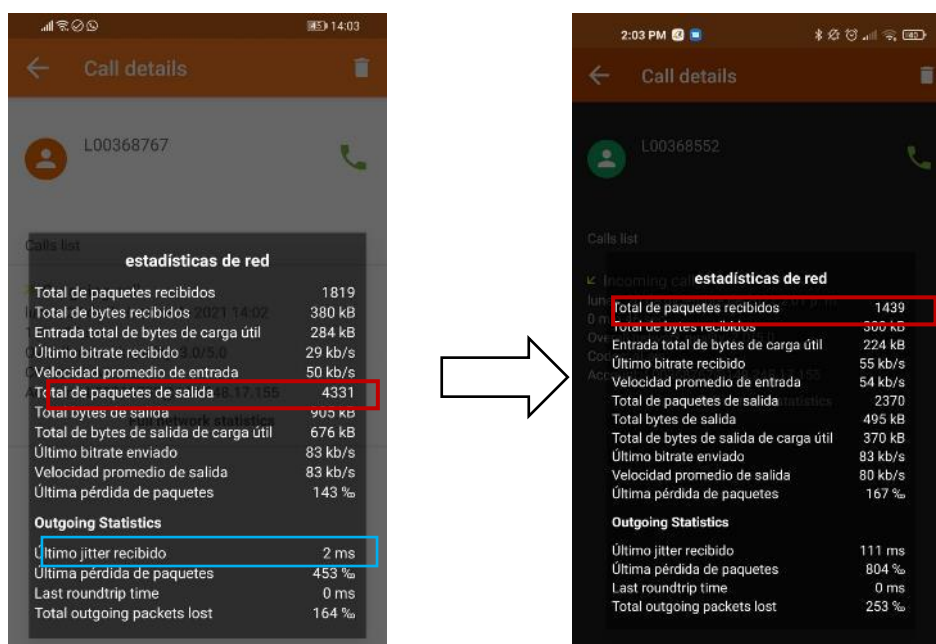
Tiempo de llamada	1 min 18 seg	1 min 18 seg
Códec utilizado	aLaw	aLaw
Calidad de la llamada MOS	3/5	2/5

Nota: La figura muestra la calidad de la llamada, los usuarios comunicados y el códec utilizado.

Por otra parte, en la figura 67 se encuentran las estadísticas de la red y en la tabla 16 se realiza un análisis de la pérdida de paquetes y se observa si la calidad de la llamada es óptima o no.

Figura 67

Estadística de la red



Nota: La figura muestra la calidad de red, paquetes perdidos y el jitter que intervienen en la llamada

Tabla 16

Pérdida de paquetes

Paquetes enviados	Paquetes recibidos	Porcentaje de pérdida
4331	1439	66.77%

Nota: La figura muestra el porcentaje de paquetes perdidos, calculados por medio de los paquetes enviado y recibidos entre emisor y receptor de la llamada

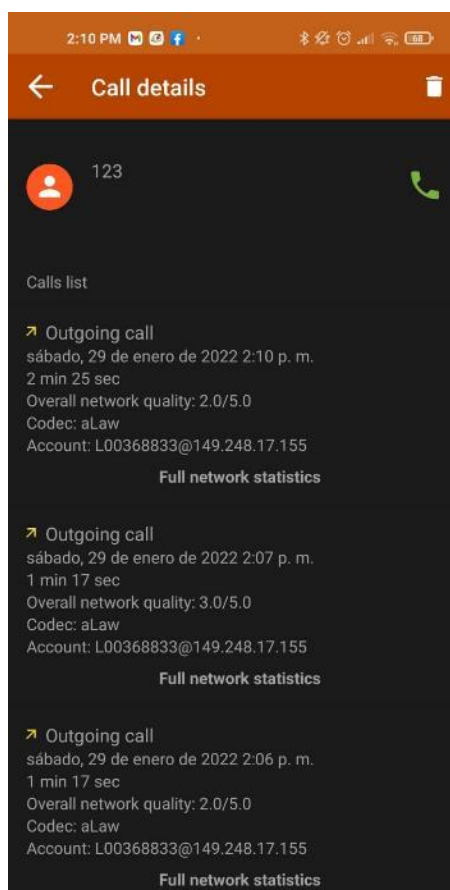
En la tabla 16 se observa que la pérdida de paquetes en la llamada fue de 66.77% aproximadamente dando como resultado una llamada deficiente ya que se está perdiendo más de la mitad de los paquetes, en este caso la llamada casi no se entendió y un jitter de 2 ms que se muestra en la figura 67 de color azul.

- Llamada al asistente virtual

Para verificar el IVR realizado, se realiza una llamada al sistema por medio de la extensión 123 como se muestra en la figura 68.

Figura 68

Llamada al sistema



Nota: La figura muestra la cantidad de llamadas realizadas al asistente virtual, en tiempo de duración y la calidad de la llamada.

En este caso se realizaron tres pruebas, para comprobar el funcionamiento, en la tabla 17 se muestra el detalle de cada una de ellas, en este caso la calidad de llamada MOS se encuentra en un rango de 2 a 3 sobre 5, en este caso es considerablemente aceptable

debido a que no se está realizando intercambio de paquetes entre dos redes distintas, y la pérdida es 0% cómo se observa en la figura 69.

Tabla 17

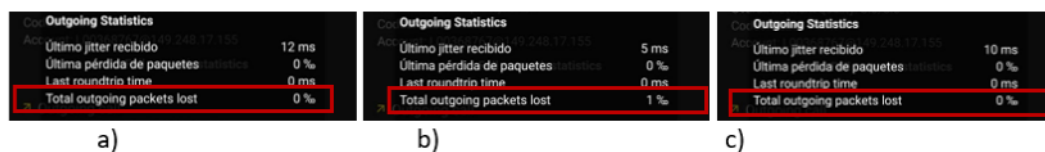
Características de las llamadas al sistema

Llamada	Llamada 1	Llamada 2	Llamada 3
Cuenta	L00368767@149.248.1 7.155	L00368767@149.248.1 7.155	L00368767@149.248.1 7.155
Tiempo de llamada	1 min 11 seg	1 min 6 seg	1 min 12 seg
Códec utilizado	aLaw	aLaw	aLaw
Calidad de la llamada MOS	3/5	3/5	2/5
Documento enviado	Enviado	Enviado	Enviado

Nota: La tabla muestra las características de la llamada al asistente virtual, códec, tiempo de llamada y documento enviado.

Figura 69

Paquetes perdidos a) Llamada 1, b) Llamada 2, c) Llamada 3



Nota: La figura muestra el porcentaje de paquetes perdidos al realizar las llamadas al asistente virtual

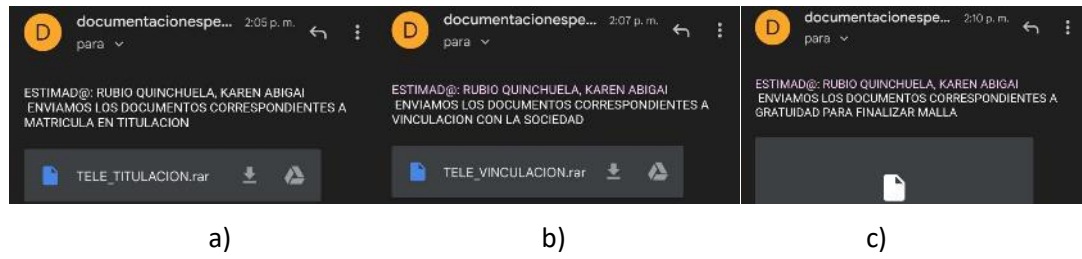
A continuación, se observan todos los documentos que fueron enviados.

Adicionalmente en la figura 70 se observa el tiempo en el que llega cada uno de los correos.

Cada correo llegó 5 segundos después de realizar la solicitud en el sistema. En este caso se realizó la solicitud para Titulación, Vinculación y una Solicitud (Gratuidad).

Figura 70

Correos recibidos a) Llamada 1, b) Llamada 2, c) Llamada



Nota: La figura muestra los correos recibidos en las llamadas realizadas al asistente virtual

Capítulo IV

Análisis de resultados

En el presente capítulo se define la población final, se detalla el cálculo de la muestra y analiza el desempeño y funcionamiento del sistema, por medio del estudio de los datos obtenidos de la encuesta realizada a los usuarios y la herramienta de monitorización de VoIP Spear que entrega datos para el análisis de la calidad de servicio QoS y calidad de audio mediante la medida subjetiva MOS.

Cálculo de la muestra

En el capítulo 3, se realizó un análisis de la población y se pretendía que fuese todo el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sin embargo al realizar la recolección de los datos de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control se obtuvo como resultado la información de solo 25 personas, por otro lado la recolección de datos en la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones fue óptima y se pudo recolectar la información de 511 estudiantes.

Con esto se logra una población total de 536 personas, que fueron agregadas al sistema para que puedan utilizar el asistente virtual. De este universo se considera que el 50% de los estudiantes utilizaría el sistema ya que usualmente los tramites más utilizados se encuentran en los últimos semestres (8 vo y 9no nivel), teniendo entonces una población final de 268 personas. Como la población es grande, entonces se realiza el análisis de la muestra respectiva, para realizar las pruebas necesarias y comprobar que el funcionamiento y respuesta del sistema es óptimo. En este caso se tiene una población finita, por esto para el cálculo de la muestra se utilizará la siguiente ecuación. (Aguilar, 2005)

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + (z^2 \times p \times q)}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población.

z: Parámetro que depende del nivel de confianza.

p: Probabilidad a favor.

q: Probabilidad en contra.

e: Error de la muestra.

Para este cálculo se utiliza el tamaño de población de 268 personas con nivel de confianza (NC) del 94%, probabilidad a favor del 50% y probabilidad en contra del 50%, la probabilidad a favor es igual a la probabilidad en contra, ya que no existen antecedentes sobre la investigación realizada que pueda abalar una probabilidad a favor mayor o menor. Por otro lado, se tiene un error de la muestra del 6%, debido al nivel de confianza impuesto.

Datos:

$$N = 268$$

$$NC = 94\%$$

$$p = 50\% \text{ ó } p = 0,5$$

$$q = 50\% \text{ ó } q = 0,5$$

$$e = 6\% \text{ ó } e = 0,06$$

El dato faltante es el valor de z, en la tabla 18 se encuentra los valores de z con los Niveles de confianza NC utilizados comúnmente.

Tabla 18

Valores de z, dependiendo el nivel de confianza

Nivel de confianza NC	Porcentaje de error	Valor z
90%	10%	1,645
91%	9%	1,69
92%	8%	1,75
93%	7%	1,81
94%	6%	1,88
95%	5%	1,96
99%	1%	2,576

Nota: La tabla muestra los porcentajes de nivel de confianza y su respectivo valor Z, siendo los más utilizados para las investigaciones

Se localiza el porcentaje del nivel de confianza el cual es el 94% y en este caso el valor es $z = 1,88$.

Con todos los datos, se utiliza la formula anterior y se puede calcular la muestra.

$$n = \frac{268 \times 1,88^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,06^2(268 - 1) + (1,88^2 \times 0,5 \times 0,5)}$$

$$n = 122,36 \approx 123 \text{ personas}$$

Análisis del desempeño y funcionamiento del asistente virtual.

Primero se desarrolló un video promocional, que se puede encontrar en el Anexo 6 para dar a conocer el funcionamiento del sistema, para que sirva y sus ventajas de uso.

Posterior a su uso es necesario realizar una evaluación de la calidad de servicio y así cumplir con el objetivo específico "Evaluar el desempeño y funcionamiento del sistema IVR (asesor virtual) considerando configuraciones de QoS, y niveles de satisfacción de usuario" por medio de una encuesta que se encuentra en el Anexo 7, en base al criterio MOS (criterio subjetivo), la cual se aplicó a 123 personas, por otro lado para evaluar el desempeño del

servicio se utilizó la plataforma VoIP Spear (criterio objetivo) que sirve para el monitoreo de servicios IP y entrega parámetros de QoS.

A continuación, se detalla el análisis de los resultados de la encuesta realizada, mismo que se puede encontrar en el Anexo 8, la misma fue creada en Google Forms. Para realizar el análisis, se toma en cuenta la escala de calificación de Likert que se utiliza para cuestionar a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración, es ideal para medir reacciones, actitudes y comportamientos de una persona. En la tabla 19, se observa algunos niveles tomados en cuenta para este estudio.

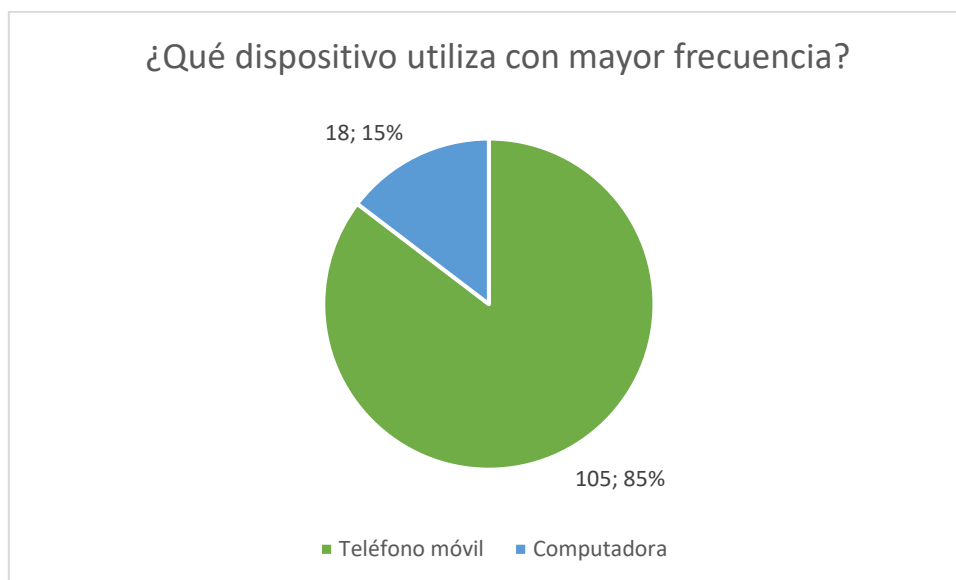
Tabla 19

Niveles de calificación de Likert

Nivel	Dificultad	Facilidad
0	Extremadamente fácil.	Extremadamente difícil.
1	Muy fácil.	Muy difícil.
2	Fácil.	Difícil.
3	Un poco fácil.	Un poco difícil.
4	Difícil.	Fácil.
5	Muy difícil.	Muy fácil.
6	Extremadamente difícil.	Extremadamente fácil.

Nota: La tabla muestra las calificaciones con la escala Likert, la más utilizada para el análisis de resultados.

Pregunta 1. ¿Qué dispositivo utiliza con mayor frecuencia?

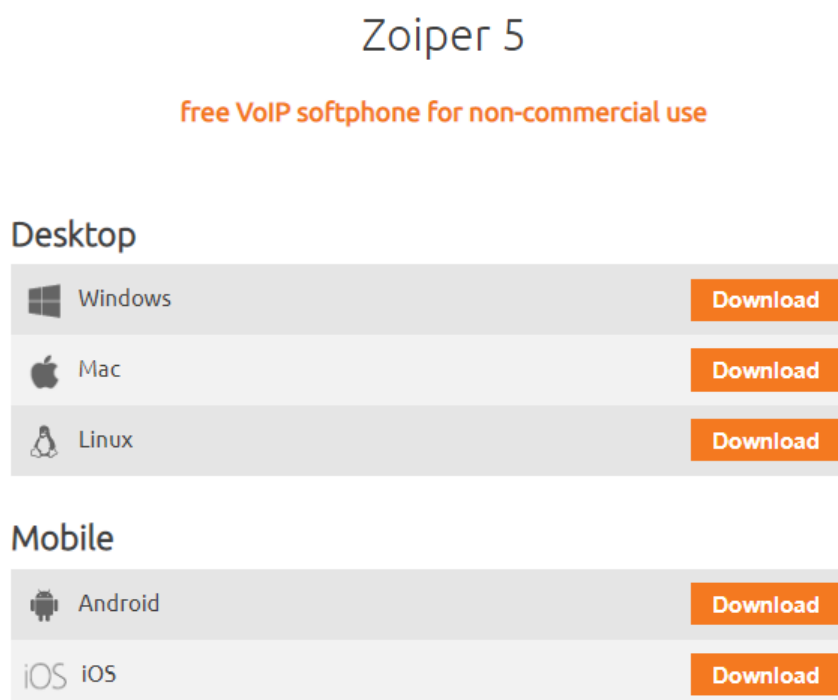
Figura 71*Resultados de la pregunta 1*

Nota: La figura muestra el dispositivo mayormente utilizado por estudiantes del Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

En la figura 71 se pueden observar los distintos tipos de dispositivos utilizados por los estudiantes durante la mayor parte de su tiempo, se puede observar como el porcentaje dominante 85%, se relaciona con el uso de dispositivos móviles ya sean estos IOS o Android, sin embargo, existe un número considerable de estudiantes que prefieren la utilización de dispositivos más tradicionales como son las computadoras. Esta respuesta nos ayuda en la selección del correcto Softphone que se recomienda que utilice el cliente final, dado que al existir usuarios que manejan los diferentes sistemas se requiere de un software que soporte dichos sistemas operativos. Se obtuvieron 3 principales sistemas Computadores con sistema operativo Windows, teléfonos móviles con sistemas Android y teléfonos móviles con sistema IOS, estas respuestas ayudan en la selección del software Zoiper, al ser uno de los más populares usados por distintos usuarios de VoIP a nivel mundial, ofreciendo compatibilidad con los sistemas mencionados anteriormente como se observa en la figura 72 y otorgando también al usuario nuevas posibilidades de uso en sistemas que no son utilizados comúnmente por el público general, como son el caso de Mac y Linux.

Figura 72

Sistemas operativos compatibles con Zoiper

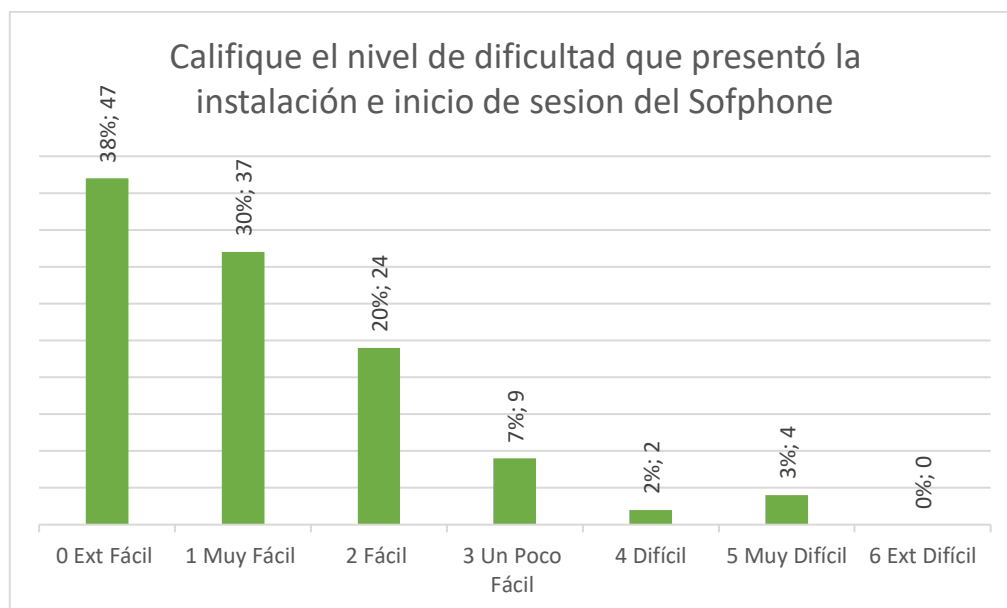


Nota: La figura muestra los sistemas operativos compatible con Zoiper 5, totalmente gratis. Obtenida de: <https://www.zoiper.com/en/voip-softphone/download/current>

Pregunta 2. En una escala de 0 al 6 califique el nivel de dificultad que presentó la instalación del software (Softphone) en su dispositivo y el inicio de sesión dentro de la misma. Siendo 0 un nivel de dificultad sencillo y 6 un nivel de dificultad elevado.

Figura 73

Resultados de la pregunta 2



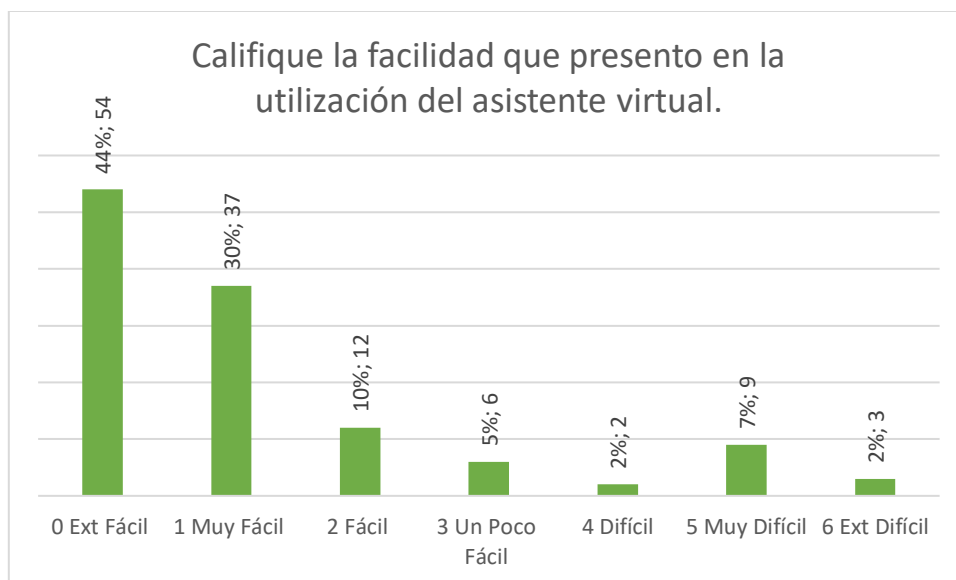
Nota: La figura muestra el nivel de dificultad que presentaron los usuarios en la instalación e inicio de sesión dentro del aplicativo Zoiper

En la figura 73, se muestra el nivel de dificultad al instalar el sistema e iniciar sesión en el mismo. En este caso los valores varían entre 0 y 6, donde 47 personas de las 123 encuestadas correspondiente a un 38% dijeron que la instalación y registro es extremadamente fácil, 37 personas correspondiente a un 30% dijeron que es muy fácil, 24 personas correspondiente a un 20% mencionaron que es fácil y 9 personas correspondiente a un 7% dijeron que es un poco difícil, el resto de personas correspondiente a un 5% se encuentran en un rango de difícil y muy difícil, esto se puede evidenciar en algunas personas que no siguen la Carrera de Telecomunicaciones y por este motivo se realizó un manual de usuario y así cumplir con el objetivo específico “Elaborar un manual de usuario para la instalación y uso del sistema implementado para SO de Android y iOS”, este se encuentra en el Anexo 9 y se detallada la instalación para los diferentes sistemas operativos, el registro en la app y la utilización del sistema, tanto para realizar llamadas entre los usuarios y la interacción con el asistente virtual.

Pregunta 3. En una escala del 0 al 6 califique la facilidad que presento en la utilización del asistente virtual. Siendo 0 un nivel de dificultad fácil y 6 un nivel de dificultad difícil.

Figura 74

Resultados de la pregunta 3



Nota: La figura muestra el nivel de dificultad que los usuarios presentaron al realizar una interacción con el sistema.

En la figura 74, se muestra el nivel de dificultad en la cual los estudiantes que formaron parte del estudio del asistente virtual de documentación presentaron durante su interacción. Con el análisis de la siguiente pregunta se pudieron constatar las ventajas de presenta un Interactive Voice Response (IVR) aplicado dentro de un call center, permitió a los usuarios realizar la identificación, segmentación y el enrutamiento deseado dentro del sistema por medio de mensajes personalizados, mismos que ofrecen al usuario final una mejor experiencia en la utilización del sistema dado que el sistema explica de manera clara y precisa las indicaciones que debe seguir el usuario final para recibir el documento que desea directamente en su correo institucional. La ventaja principal que nos ofreció el sistema IVR es el fácil manejo de grandes volúmenes de llamadas las cuales son automáticamente contestadas por el asistente ayudando al mismo hasta que el documento que requiera sea

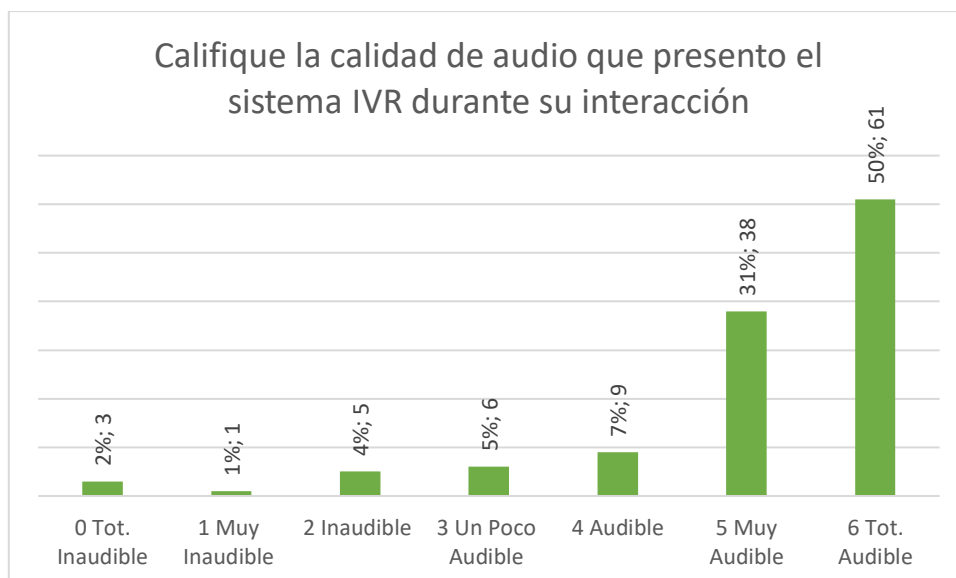
enviado a su correo electrónico. En caso de que alguna de las instrucciones no sea lo suficientemente clara, el encargado del sistema puede corregir dichas instrucciones de manera sencilla, buscando siempre la facilidad de uso para el usuario final.

Se puede observar también que un 11% de los usuarios que utilizaron el sistema percibieron un nivel de dificultad elevado en la utilización de este, lo cual se produjo muchas veces por cortes en las indicaciones reproducidas por el asistente virtual debido a fallas en la conexión de red que presento el dispositivo en el cual se estaba desarrollando la prueba, para solventar este inconveniente se pidió a los usuarios que realicen una segunda interacción con el sistema y se puso verificar que el fallo fue producido por la calidad de internet que manejaban al momento de realizar la prueba, ya que existieron cortes en el servicio que dificultaron la utilización del sistema, sin embargo al realizar la segunda prueba pudieron interactuar con el asistente de manera correcta, sin presentar dificultad alguna.

Pregunta 4. En una escala del 0 al 6 califique la calidad de audio que presento el sistema IVR durante su interacción. Siendo 0 calidad inaudible y 6 calidad totalmente audible.

Figura 75

Resultados de la pregunta 4



Nota: La figura muestra la calidad de audio percibida por los usuarios durante la interacción con el sistema.

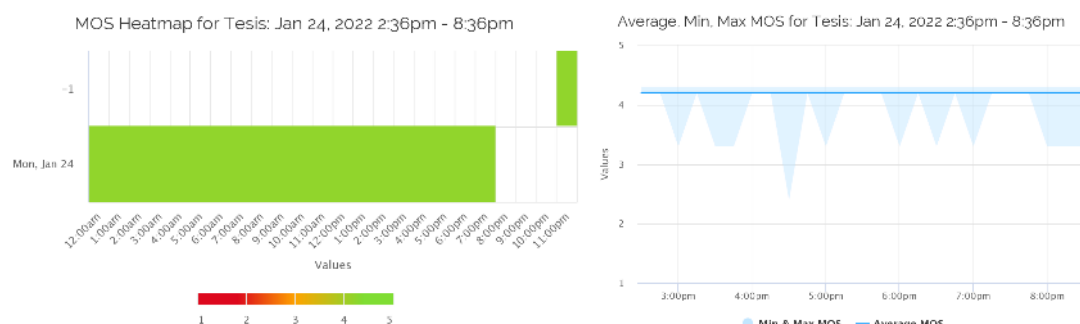
En la figura 75, se observa un 50% correspondiente a 61 personas de 123 encuestados tienen una percepción totalmente audible, así mismo 38 personas correspondiente al 31% dijeron que el sonido era muy audible, es decir el 81% correspondiente a 99 personas del total de la muestra presentan un deterioro de la señal imperceptible o perceptible pero no molesta, semejante a tener un MOS de 4 a 5.

Así mismo un 7% correspondiente a 9 personas dijeron que la percepción del audio fue audible, 5 personas que corresponde al 6% de la muestra presentó un audio un poco inaudible, y el 7% correspondiente a 9 personas presento un rango entre inaudible y totalmente inaudible. Como esta percepción es subjetiva las personas pueden presentar varios motivos por el cual realizan esta calificación, ya sea por la calidad del parlante del celular o computadora, velocidad de internet que tenga en su domicilio o el tipo de proveedor, ya que el servicio se encuentra en la nube y para tener una mejor calidad en la llamada, el usuario debe pedir a su proveedor una buena velocidad del internet, teniendo como recomendación que los servicios de llamadas por internet manejan velocidades entre 400 kbps a 1.2 Mbps y dado que en un domicilio está formado por un promedio de 4 personas una buena velocidad de internet seria de 20 Mbps, tomando en cuenta que cada persona tiene alrededor de 1 o 2 dispositivos conectados a la red.

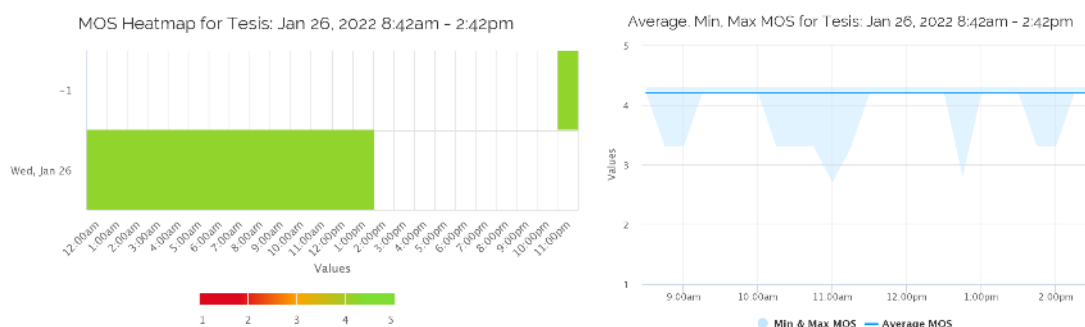
Para validar la calidad del audio presentado en las encuestas, se realiza el análisis de los resultados MOS obtenidas en las pruebas realizadas que fueron monitoreadas por VoIP Spear, se realizó en 4 fechas diferente a los estudiantes de Telecomunicaciones y Control. Para mayor detalle observar el Anexo 11

Figura 76

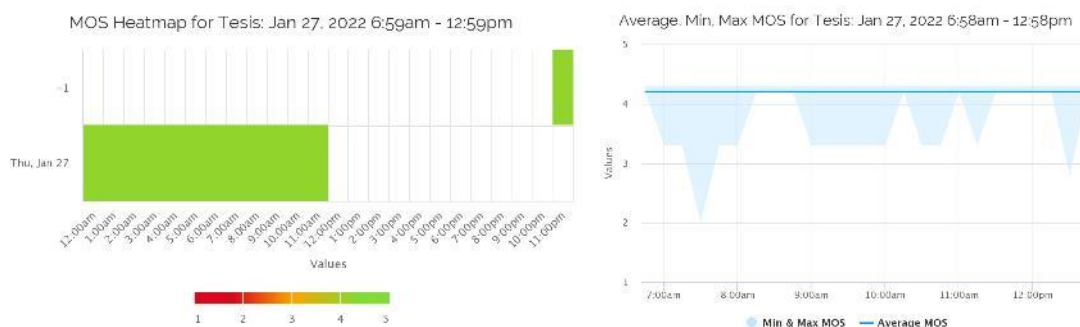
Mapa de calor y promedio de la calidad MOS de la plataforma VoIP Spear, a) 24 de enero, b) 26 de enero, c) 27 de enero, d) 31 de enero



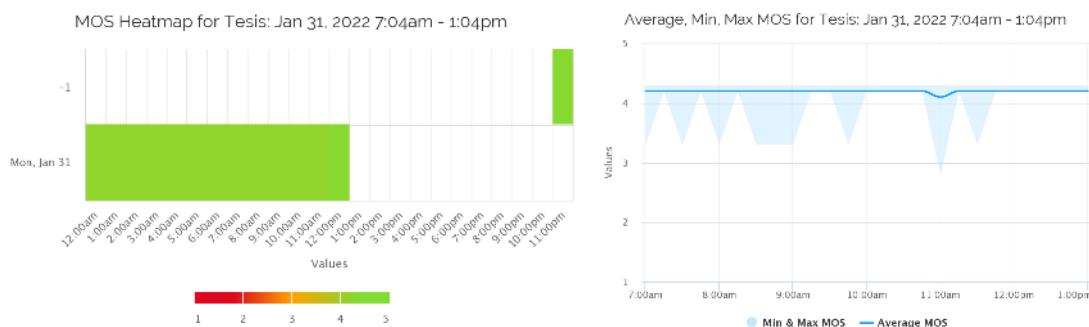
a) En la figura se muestra el mapa de calor en color verde es decir un MOS entre 4 y 5, y unMOS promedio de 4.2 con una línea recta para la primera prueba.



b) En la figura se muestra el mapa de calor en color verde es decir un MOS entre 4 y 5, y unMOS promedio de 4.2 con una línea recta para la segunda prueba.



c) En la figura se muestra el mapa de calor en color verde es decir un MOS entre 4 y 5, y unMOS promedio de 4.2 con una línea recta para la tercera prueba.



d) En la figura se muestra el mapa de calor en color verde es decir un MOS entre 4 y 5, y un MOS promedio de 4.2 con un pico bajo para la cuarta prueba.

Nota: La figura muestra el mapa de calor de la calidad MOS presentada en las 4 fechas de las pruebas realizadas y el MOS promedio que presento en las interacciones realizadas.

Para comprender de mejor manera estas gráficas a continuación se muestra los resultados en la tabla 20.

Tabla 20

Valores MOS tomados del monitor VoIP Spear

Fecha	Valores del mapa de calor MOS	Promedio MOS
24 de enero	4-5	4,2
26 de enero	4-5	4,2
27 de enero	4-5	4,2
31 de enero	4-5	4,2

Nota: La tabla muestra el promedio del MOS obtenido en el monitoreo de las llamadas realizadas en las pruebas

Como se observa en la tabla 20, el mapa de calor de los valores MOS se encuentran entre 4 y 5, mismo valor que presento las encuestas y dando un valor promedio de 4,2 en una escala del 1 al 5, dando como resultado una señal de audio completamente audible. Todas las pruebas se realizaron en el transcurso del día y media tarde, en el horario de clases de los estudiantes. Por otra parte, en seguida se realiza el análisis de los parámetros de QoS, para tener una mejor comprensión de la latencia, jitter y paquetes perdidos y saber la calidad de la llamada.

En la figura 77, se muestra la latencia y los paquetes pedidos en las pruebas realizadas de manera general, respecto al servidor de Nueva York como el servidor de Viña del Mar. Con respecto al servidor de Viña del Mar se tiene una latencia menor a 200 ms en

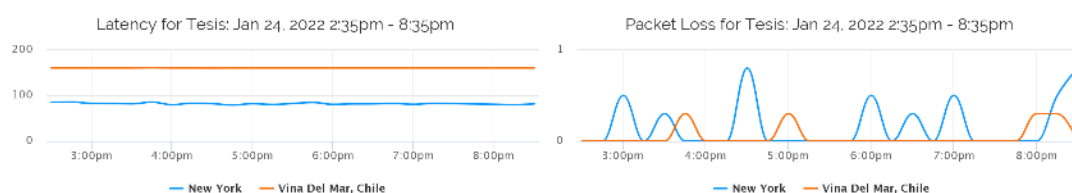
todos los horarios en los que se realizaron las pruebas por otra parte, con el servidor de Nueva York la latencia es menor a 100 ms en todos los casos.

Por otra parte, la pérdida de paquetes percibida por los servidores utilizados es un poco variable, con el servidor de Nueva York tiene una pérdida entre 0% a 0,8% y con el servidor de Viña del Mar tiene una pérdida del 0% al 1,25%, siendo estas las pérdidas de paquetes más considerables en todas las pruebas.

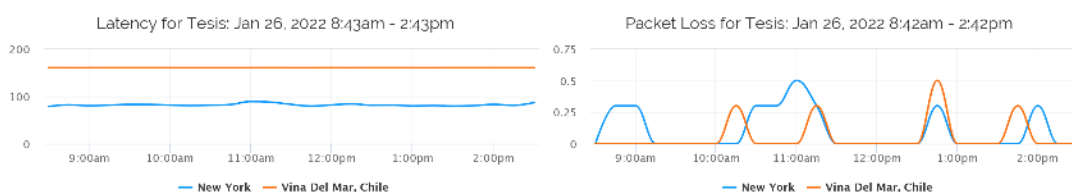
La distancia en donde se encuentra ubicado el servicio y el punto de monitoreo es muy importante, el servicio realizado se encuentra en Nueva York y como se observó anteriormente la latencia con respecto al punto de monitoreo de Nueva York es menor que con el punto de monitoreo ubicado en Viña del Mar, en este caso se realizó el estudio en Ecuador, sin embargo, el servicio se encuentra en un host de la nube ubicado en Estados Unidos – Nueva York.

Figura 77

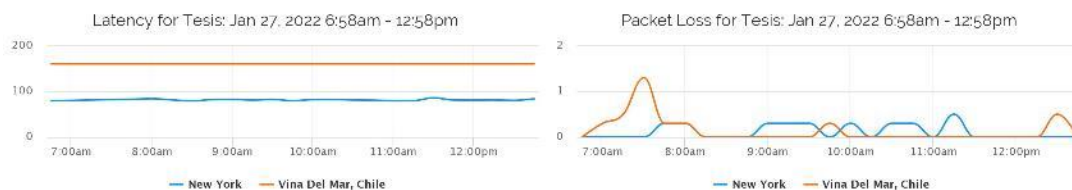
Latencia y pérdida de paquete obtenidos de la plataforma VoIP Spear, a) 24 de enero, b) 26 de enero, c) 27 de enero, d) 31 de enero



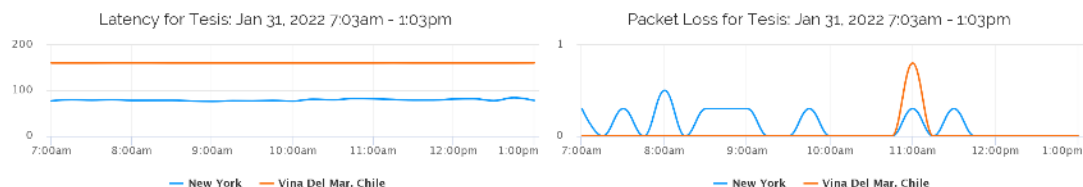
a) En la primera prueba la latencia con el servidor de New York se encuentra por debajo de 100 ms y la pérdida de paquetes es menor al 1%.



b) En la segunda prueba la latencia con el servidor de New York se encuentra por debajo de 100 ms y la pérdida de paquetes alcanza el 0.5%.



c) En la tercera prueba la latencia con el servidor de New York se encuentra por debajo de 100 ms y la perdida de paquetes es menor al 2%.



d) En la cuarta prueba la latencia con el servidor de New York se encuentra por debajo de 100 ms y la perdida de paquetes es menor al 1%.

Nota: La figura muestra los niveles de latencia y paquetes perdidos tanto en el servidor de Nueva York, como en el servidor de Viña del Mar

Así mismo en la tabla 21, se muestran los parámetros de MOS y QoS obtenidos en la segunda prueba en donde se tuvo una mejor acogida en las pruebas, teniendo 24 clientes utilizando el sistema al mismo tiempo, estos datos son gracias al monitoreo de VoIP Spear y se los tomó cada 15 minutos durante 6 horas, se toman en cuenta estos valores debido a la baja latencia que presenta. En la tabla 21 se observa una comparación entre los datos obtenidos y los datos según la ITU-T G.114.

Según la ITU-T G.114 para tener una llamada valida se deben cumplir con los siguientes parámetros, la pérdida de paquetes no puede ser mayor al 1% y en este caso la pérdida máxima es de 0,5%, la latencia promedio debe ser máximo 150 ms y en este estudio la latencia promedio es de 78,3 ms, el jitter debe ser máximo 25 ms y el servicio presenta un jitter máximo de 14,7 ms. Con todos estos datos se puede comprobar que la calidad de audio es muy buena y que la apreciación de la mayoría de los estudiantes encuestado es correcta.

Tabla 21

Comparación de los valores obtenidos en el monitoreo y la ITU-T G.114

New York						
Fecha: 26-01 2022	MOS	Packet Loss(%)	Latency Avg(ms)	Latency Min(ms)	Latency Max(ms)	Jitter (ms)
8:30am	4,3	0	78,5	78,3	82	0,6
8:45am	4,2	0,3	82	78,3	177,5	6,5
9:00am	4,2	0,3	80	78,3	239,6	4,8
9:15am	4,3	0	81,4	78,3	188,1	6,7
9:30am	4,3	0	82,7	78,3	245,6	11
9:45am	4,3	0	82,6	78,3	234,7	10,1
10:00am	4,3	0	81,4	78,3	156,1	5,9
10:15am	4,3	0	80,4	78,3	217,1	5,2
10:30am	4,2	0,3	81,2	78,3	152,1	5,8
10:45am	4,2	0,3	82,6	78,3	166,1	8,8
11:00am	4,1	0,5	89	78,3	237	10,4
11:15am	4,2	0,3	87,6	78,3	230,1	14,7
11:30am	4,3	0	82,8	78,3	237,5	9,7
11:45am	4,3	0	79,3	78,3	134,2	2,6
12:00pm	4,3	0	81,8	78,3	202,2	6,1
12:15pm	4,3	0	83,7	78,3	368,7	9,4
12:30pm	4,3	0	81,1	78,3	158,5	3,7
12:45pm	4,2	0,3	81,4	78,3	423,2	8,9
1:00pm	4,3	0	79,6	78,3	111,8	2,6

1:15pm	4,3	0	80,4	78,3	213,6	5,9
1:30pm	4,3	0	79,3	78,3	224,4	3,2
1:45pm	4,3	0	80,2	78,3	155,9	4,2
2:00pm	4,2	0,3	82,8	78,3	248,5	8,9
2:15pm	4,3	0	80,9	78,3	243,7	5,2
2:30pm	4,3	0	88,2	78,3	399,2	17,3

ITU-T G.114

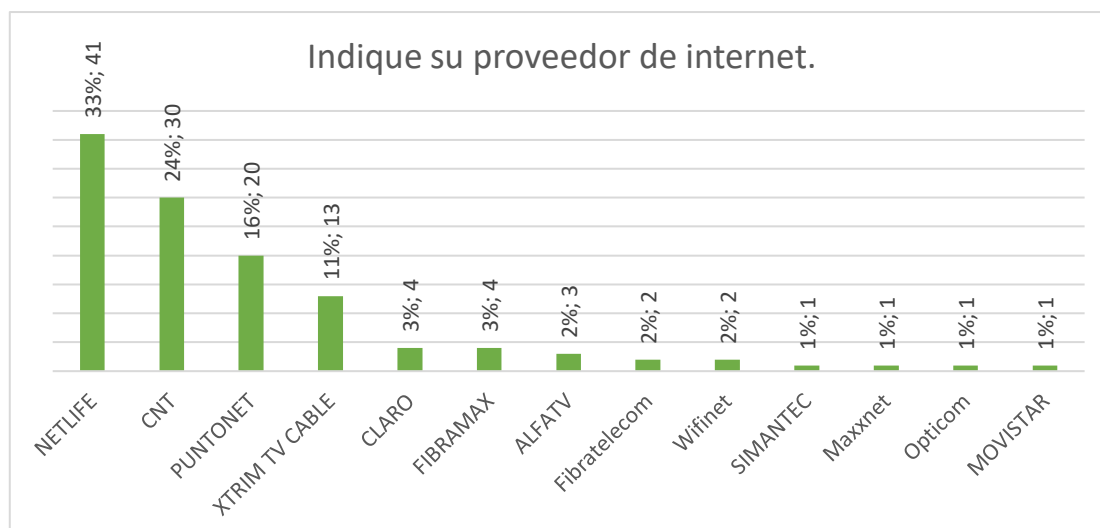
	Packet Loss (%)	Latency Avg (ms)	Jitter (ms)
	1	150	25

Nota: La tabla muestra una comparación entre las principales características del QoS, jitter paquetes perdidos y latencia entre los datos monitoreados y el estándar ITU-T G.114

Pregunta 5. Indique su proveedor de internet.

Figura 78

Resultados de la pregunta 5



Nota: La figura muestra una lista de los principales proveedores de servicio de internet utilizados por los usuarios que realizaron la prueba del sistema.

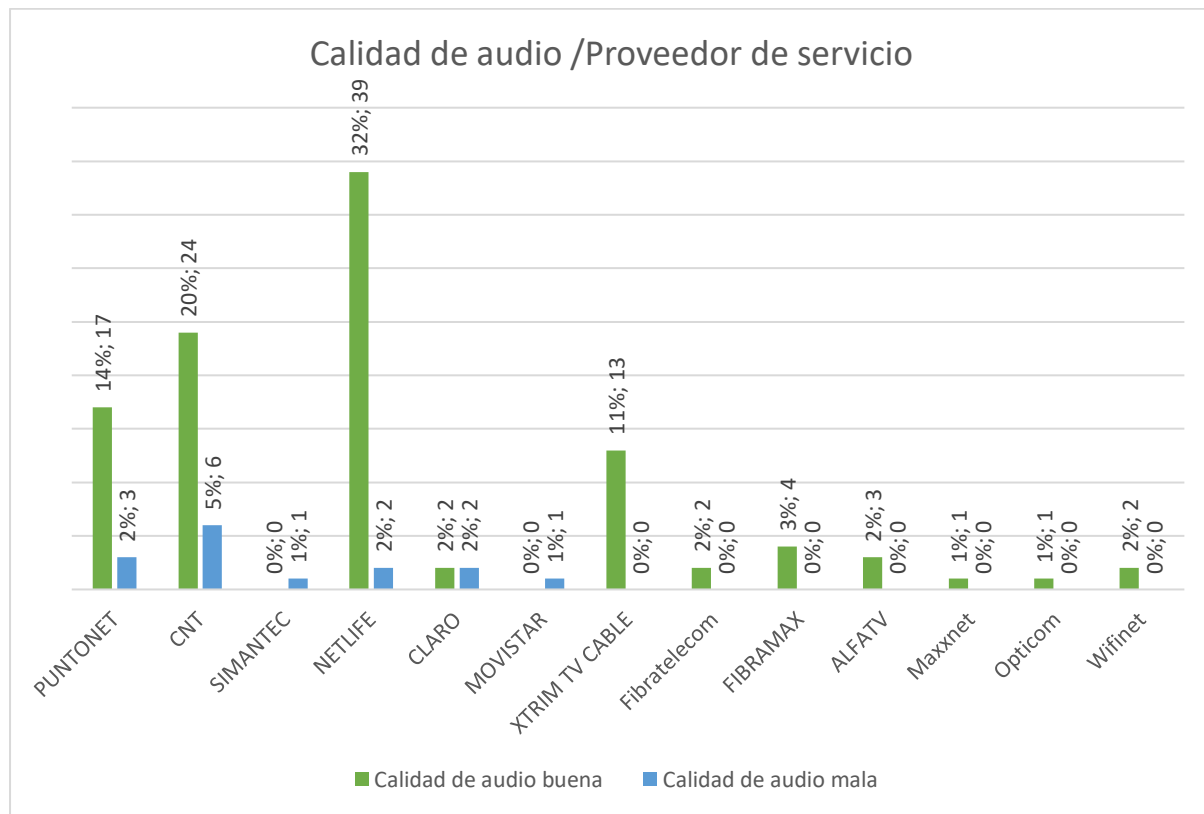
En la figura 78 se observan los principales proveedores empleados para la utilización del asistente de documentación, contar con un proveedor de internet de calidad garantizara a los usuarios (estudiantes) el correcto desempeño del asistente virtual, logrando con esto una mejor fluidez y eficacia, ya que las comunicaciones VoIP dependen directamente de la calidad de servicio que nos entrega el proveedor.

Según datos de (Ookla, 2021) durante el año 2021 en el Ecuador se tuvo como principales proveedores de internet a las compañías: CNT, Claro, Netlife, PuntoNet(Celerity), TVCable(Xtrim), Nedetel, mismas que al ser comparadas con datos de (NPerf, 2020), se puede verificar que dichas compañías en cargadas de ofrecer los servicios de proveedor de internet fueron las mejor puntuadas tanto en el año 2020 como el año 2021, en ambos estudios se puede verificar que Netlife consiguió los mejores puntajes dentro de los distintos proveedores de banda ancha fija, razón por la cual llega a ser uno de los proveedores más conocidos y preferidos por los usuarios del país. Se puede verificar esta información en las encuestas realizadas en la cual un amplio porcentaje (84 %) del total de usuarios que realizaron dicha prueba del asistente de documentación utilizan los servicios de estos principales proveedores como: Xtrim TVCable, CNT, Netlife, PuntoNet y solamente un 16% de los mismos optan por proveedores menos conocidos como es el caso de Simantec, Fibratelecom, AlfaTV, Maxxnet. Opticom.

Con los resultados obtenidos en las encuestas se pueden analizar cuáles fueron los proveedores en los cuales los usuarios obtuvieron la menor y mayor calidad de audio para analizar si el problema que ciertos usuarios presentaron en cuanto a calidad de audio está relacionado al proveedor que está ofreciendo el servicio de internet.

Figura 79

Relación calidad de audio con proveedor de servicio



Nota: La figura muestra la cantidad de llamadas correctas y llamadas que presentaron error con los distintos proveedores de servicio de internet.

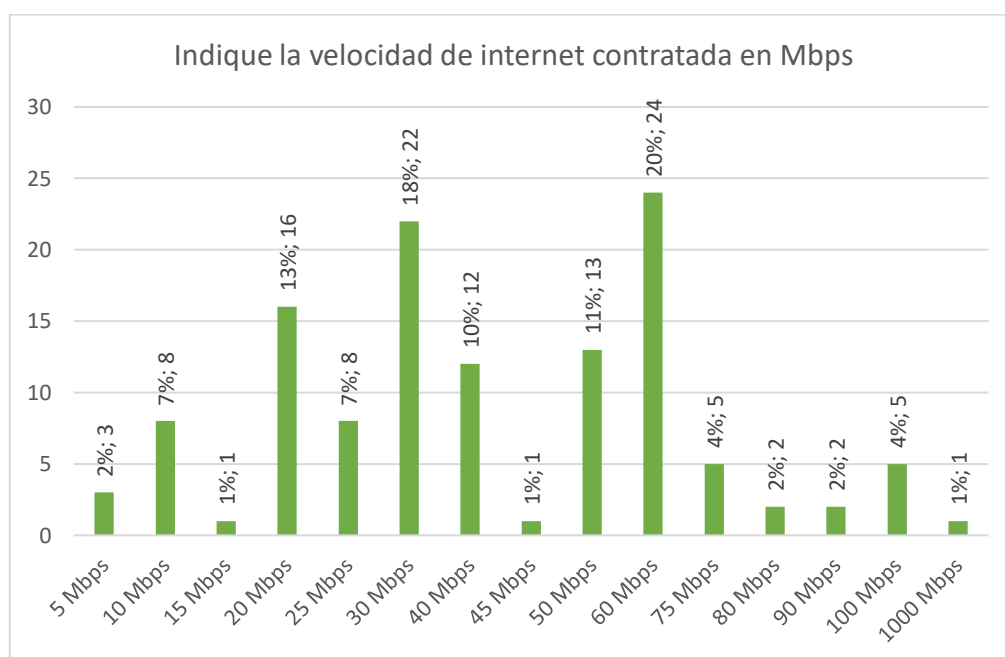
En la figura 79 se puede notar la representativa diferencia en el número de usuarios que presentaron algún tipo de inconveniente en la calidad de audio que percibieron durante la interacción con el asistente virtual de documentación teniendo un total de 15 usuarios (13%) de un total de 123 usuarios que realizaron la prueba, siendo este un valor que se encuentra dentro del rango aceptable para describir como correcto el funcionamiento del sistema. Cabe resaltar que muchos de los proveedores menos conocidos no presentaron problemas en la calidad de audio entregada al cliente final, de igual forma en el caso contrario varios usuarios que cuentan con el servicio de proveedores reconocidos presentaron ciertos fallos en la calidad de audio que recibieron, estos errores pueden ser causados por diferentes razones como son fallos de software ocasionados en las etapas de codificación y decodificación de la señal, hay que tener en cuenta que el ancho de banda de

la conexión también es un factor importante que puede producir deficiencias en la calidad de la llamada, este parámetro será analizado detalle más adelante. Otros factores que pueden afectar la calidad de la llamada pueden ser también la carga en la red al momento que se está utilizando el asistente y las velocidades del internet.

Pregunta 6. Indique la velocidad contratada en Mbps

Figura 80

Resultados de la pregunta 6

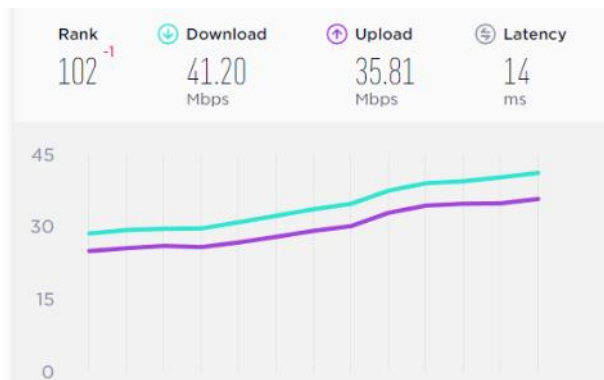


Nota: La figura muestra los distintos planes de internet banda ancha contratados por los usuarios que realizaron interacciones con el sistema.

En la figura 80 se puede observar los diferentes planes de internet utilizados por los usuarios para la utilización del asistente virtual de documentación, se puede constatar que los planes entre 30 Mbps y 60 Mbps son los más utilizados por la población en la cual se realizó la encuesta, dicho valor fue presentado por (Ookla, 2021), la cual indica que Ecuador presenta un ancho de banda medio de 41.20 Mbps de bajada y 35.81 Mbps de subida como se observa en la figura 81

Figura 81

Media ancho del ancho de banda del internet en Ecuador

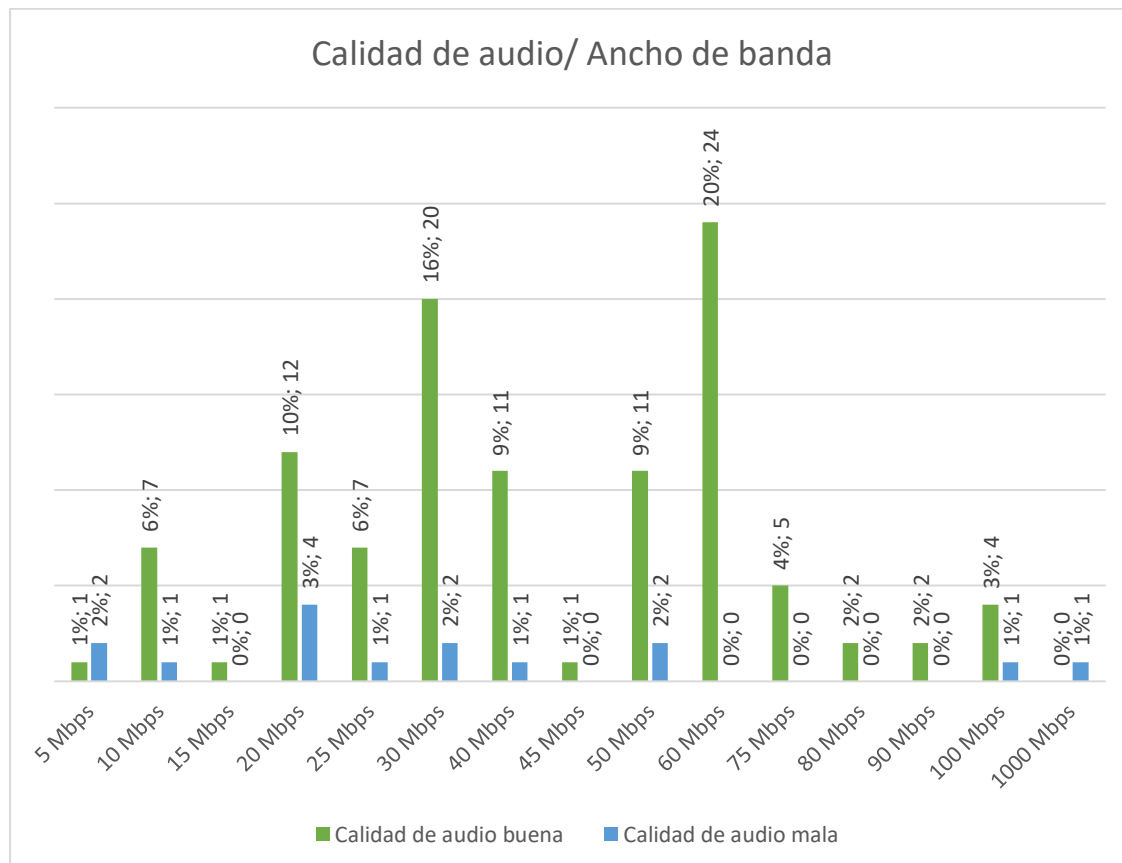


Nota: La figura muestra la media de banda ancha que posee Ecuador dentro del Ranking mundial ocupando el puesto 102. Tomado de: <https://www.speedtest.net/global-index>

Tener un mayor ancho de banda implica disponer de la capacidad de mantener un mayor número de conversaciones simultáneas en una sola línea, para aplicaciones de VoIP no es necesario un elevado ancho de banda mínimo, para la realización de llamadas es de 80 kbps, para el códec G.711, sin embargo es recomendable la utilización de 100 kbps para asegurar la máxima calidad en las llamadas VoIP, lo que implica que teniendo una velocidad de subida y bajada de 1 Mbps puede soportar un total de 10 llamadas en simultáneo sin presentar problemas en la calidad de audio entregada al usuario final, siempre y cuando se acompañen con configuraciones de QoS.

Figura 82

Relación calidad de audio con ancho de banda



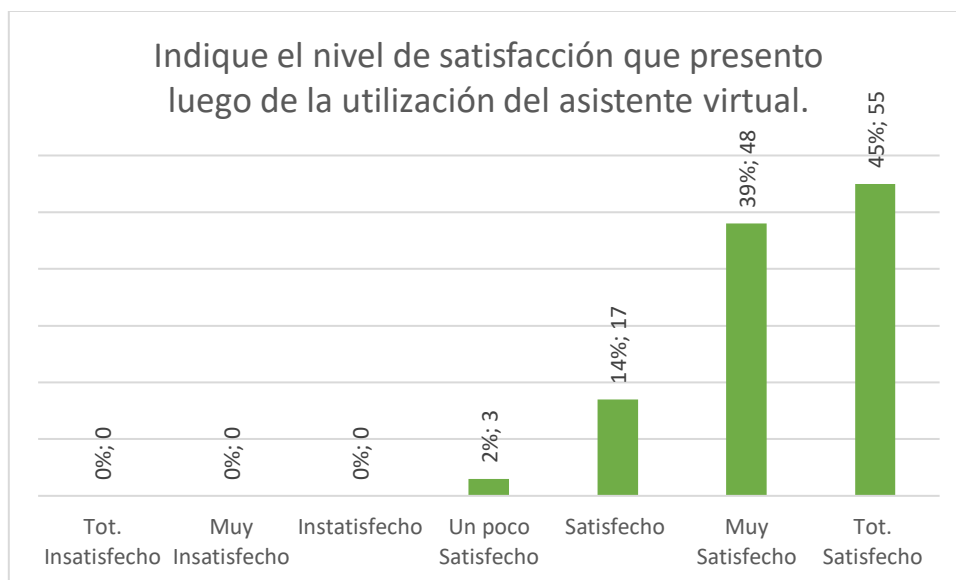
Nota: La figura muestra la cantidad de llamadas correctas y llamadas que presentaron error con los distintos planes de banda ancha presentados por los usuarios.

Se puede observar en la figura 82, que el ancho de banda no es un factor que influyó en la mala calidad de audio que ciertos usuarios presentaron al momento de utilizar el sistema, dado que en velocidades bajas como 5 Mbps existen usuarios que pudieron recibir un servicio de excelente calidad de audio, y de igual manera en el caso inverso, usuarios con anchos de banda de hasta 100 Mbps llegaron a presentar este tipo de inconveniente, cabe resaltar que el 8% de usuarios que presentaron problemas en la calidad de audio se encuentra dentro de los valores aceptables para determinar que el sistema se encuentra funcionando de manera correcta.

Pregunta 7 En una escala de 0 al 6 indique el nivel de satisfacción que presento luego de la utilización del asistente virtual. Siendo 0 nada satisfecho y 6 totalmente satisfecho

Figura 83

Resultados de la pregunta 7



Nota: La figura muestra el índice de satisfacción que presentaron los usuarios luego de realizar las pruebas del asistente virtual de documentación.

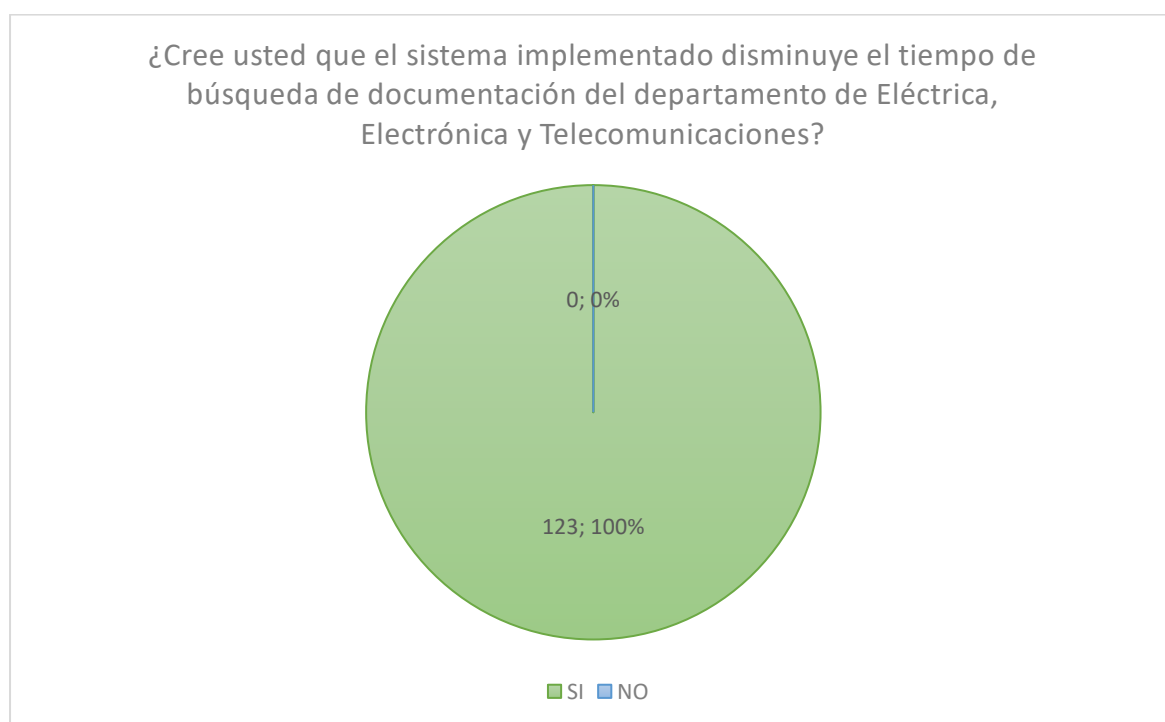
Se puede observar en la figura 83, que el 98% de los usuarios encuestados presentan un nivel de satisfacción superior a 3, es decir luego de la utilización del asistente el usuario pudo percibir un rendimiento del servicio muy similar con el que tenía en sus expectativas, o que estuvo muy cerca de cumplir con lo pensado por el cliente. El análisis del porcentaje restante es muy importante ya que los comentarios acerca del porque el sistema no cumplió con sus expectativas ayuda a corregir los posibles fallos que los usuarios encontraron al momento de la utilización del sistema y permite mejorar día con día el sistema final que se está entregando. Analizar el nivel de satisfacción en el usuario final es muy importante, ya que gracias a esta métrica se sabrá si el usuario final utilizara nuevamente nuestro sistema, las ventajas que ofrece el sistema en comparación al método de búsqueda tradicional que se

ofrece, y ayuda a incrementar las referencias de boca a boca de manera positiva generando con ello nuevos usuarios que utilicen el sistema

Pregunta 8 ¿Cree usted que el sistema implementado disminuye el tiempo de búsqueda de documentación del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones?

Figura 84

Resultados de la pregunta 8



Nota: La figura muestra la percepción que tuvieron los usuarios sobre una reducción en el tiempo de búsqueda de algún tipo de documento perteneciente a la Carrera De Electrónica Y Telecomunicaciones.

En la figura 84 se observa cómo el 100% de los estudiantes que utilizaron el sistema, comparten la opinión que el mismo reduce drásticamente el tiempo de búsqueda y utilización de los diferentes formatos de documentos pertenecientes al Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, esto se debe a que gracias a una sola interacción de con el asistente virtual, los estudiantes lograron recibir la compilación de todos los documentos necesarios acerca de la temática que eligieron, esto ayuda en gran

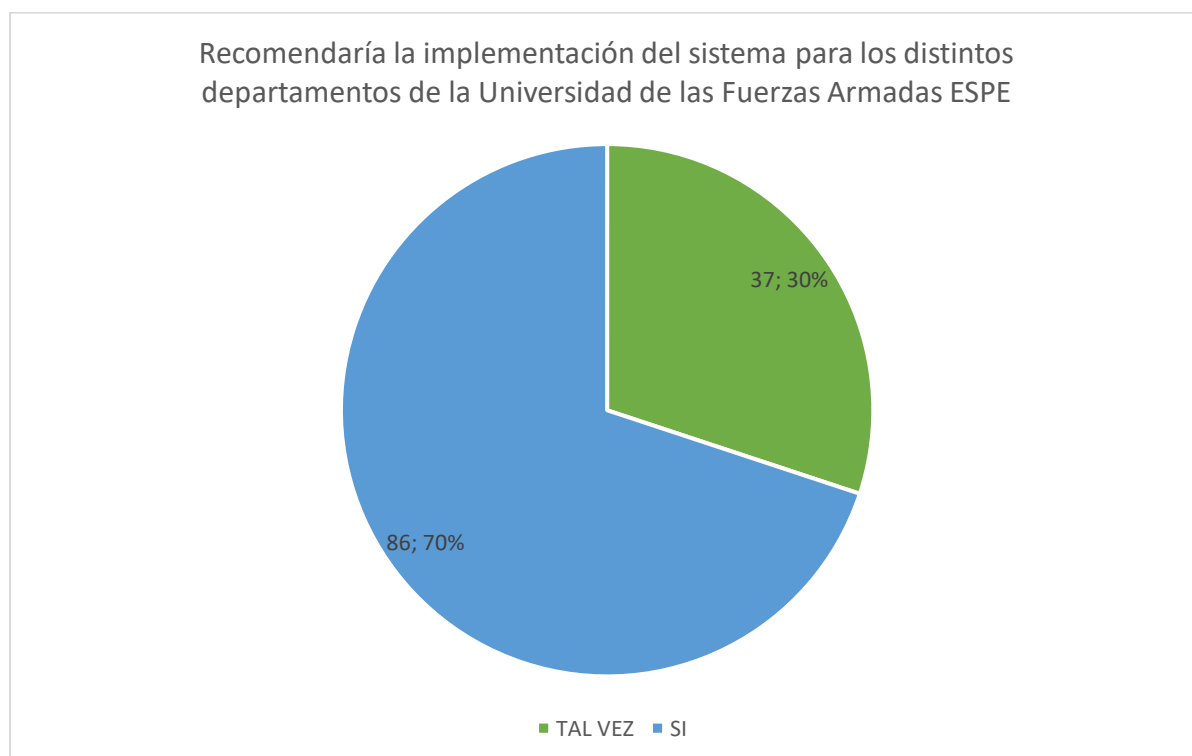
parte en la reducción del tiempo de búsqueda de todos los formatos necesarios ya que el método actual para conseguir todos los documentos necesarios muchas veces los estudiantes deben ingresar en distintos microsítios que forman parte de la página web de la Universidad de las Fuerzas Armadas en apartados específicos, que en caso de que el estudiante no conozca cuales son, resulta compleja la compilación de dichos documentos. En caso de que se generen nuevos formatos por parte de la universidad, estos pueden ser añadidos al asistente para la utilización de estos por parte de los estudiantes que formen parte del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la universidad.

Pregunta 9 Recomendaría la implementación del sistema para los distintos

Departamentos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Figura 85

Resultados de la pregunta 9



Nota: La figura muestra la aprobación de los usuarios hacia el sistema, recomendando con ello la ampliación a trabajos futuros en los cuales formen parte los distintos Departamentos de la Universidad de las Fuerzas Armadas

En la figura 85 se puede analizar el interés que presentaron los usuarios a la futura implementación esto debido a las respuestas, teniendo un 70 % de afirmaciones que les gustaría contar con este sistema para los distintos Departamentos que forman parte de la Universidad de las Fuerzas Armadas, se puede observar como un porcentaje restante tuvo una respuesta de Talvez, lo que indica que no se encuentran totalmente convencidos de la futura utilización del sistema, sin embargo hay que tener en cuenta que no se encontraron respuestas negativas por parte de los usuarios que realizaron el test de utilización del sistema, lo cual indica una aceptación de la herramienta desarrollada y la cual ayudara a los estudiantes de las Fuerzas Armadas ESPE, en la consecución de los formatos documentales requeridos para realizar los trámites académicos en su Carrera.

Capítulo V

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

Conclusiones

Luego de la implementación del asistente basado en telefonía IP para gestión de archivos e información de documentación para las Carreras del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE, se puede verificar el uso de la tecnología VoIP enfocado su utilidad a aplicativos distintos a la comunicación. Se pudo evidenciar el correcto funcionamiento del sistema en un grupo de estudiantes pertenecientes a la Carrera de Electrónica en Automatización y Control y la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones que realizaron la prueba para obtener documentos relacionados a las temáticas dentro de su formación académica en el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones como son documentos relacionados a Vinculación con la colectividad, Pasantías y prácticas preprofesionales, matrícula en titulación y solicitudes en general.

Durante la investigación teórica realizada se pudo constatar las vastas aplicaciones que tiene la tecnología llamada VoIP, principalmente desarrolladas para las comunicaciones sin embargo en la actualidad esta tecnología ha mejorado sus alcances ofreciendo ventajas en las actividades diarias desarrolladas por los usuarios finales de dicha tecnología, como es el caso de muchas empresas que utilizan dicha tecnología para ofrecer servicios de atención al cliente utilizando saludos personalizados, colas de llamadas o desvíos ilimitados de llamadas. Varias empresas han utilizado esta tecnología para realizar encuestas de calidad, mismas que buscan la satisfacción del cliente final, para ello utilizan sistemas como IVR (Interactive Voice Response) permitiendo que el usuario interactúe con el sistema por medio del teclado del dispositivo que se maneja. Se han verificado otras aplicaciones de esta tecnología como es el caso de (Alexande & Bejar Alban, 2016) que manejan esta tecnología

para monitorear los servicios de telefonía en búsqueda de sistemas telefónicos bypass tratando de combatir el problema de fraudes en telecomunicaciones existentes en Ecuador.

El análisis de las respuestas realizadas en la encuesta a los usuarios que realizaron la prueba del sistema de documentación, en específico la pregunta 8 cuyas respuestas se pueden observar en la figura 84 en la página 150, la implementación del sistema de telefonía IP que permite la búsqueda de documentación ayuda a reducir el tiempo que toma a los estudiantes encontrar los formatos de documentos más utilizados en el Departamento De Eléctrica, Electrónica Y Telecomunicaciones, mismos que en la actualidad se encuentran en distintos microsítios de la página web de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, lo cual aumenta el tiempo que los estudiantes dedican para poder conseguir estos documentos.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó el proveedor Vultr que es especializado en hosting en la nube con alto rendimiento, fácil escalabilidad, precio accesible y presta el servicio las 24 horas, los 7 días de la semana. Por otro lado, una vez realizada la implementación se efectuaron pruebas de funcionamiento y desempeño del sistema, analizando las características de QoS, se obtuvo una pérdida de paquetes máxima de 0,5%, latencia promedio de 78,3 ms y jitter máximo de 14,7 ms; realizando una comparación con los valores de QoS presentados en el estándar ITU-T G.114, para tener una llamada válida la pérdida de paquetes no puede ser mayor al 1%, latencia promedio debe ser máximo 150 ms, el jitter debe ser máximo 25 ms, entonces los parámetros obtenidos se encuentran por debajo de los niveles especificados por el mismo es decir, la llamada presenta una buena calidad. Así mismo para verificar la calidad de audio se realizó una medición subjetiva en los encuestados, dando como resultados un valor MOS de entre 4 y 5; esto fue verificado por medio de un monitoreo del servidor con la herramienta VoIP Spear, dando como resultado una calificación objetiva MOS de 4,2.

En las pruebas realizadas se pudo notar que algunas personas tuvieron dificultad en el registro al sistema, si bien la implementación se realizó para los estudiantes Carreras Técnicas, no todos presenta el mismo conocimiento en las herramientas tecnológicas utilizadas en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, para evitar este problema se realizó un manual de usuario con información de instalación del Softphone utilizado, el registro en la aplicación y el funcionamiento del asistente virtual y llamadas telefónicas; pretendiendo así que los estudiantes que no tienen conocimiento de telefonía IP puedan utilizar el sistema. Así mismo, se realizó un video promocional para que los usuarios tengan un mayor conocimiento del funcionamiento y ventajas que tiene el sistema implementado, finalmente un video tutorial para la instalación y registro en caso de requerir una capacitación rápida del uso, mismo que puede ser visualizado en el Anexo 10.

En la encuesta realizada se obtuvo un nivel de satisfacción de 14% satisfecho, 39% muy satisfecho y 45% totalmente satisfecho, dando un 98% de satisfacción positiva, luego de haber utilizado el asistente virtual, con lo cual se puede concluir que el usuario recibió un servicio muy similar con el que tenía en sus expectativas. Dar seguimiento al nivel de satisfacción en el usuario, y permite mejorar día a día el servicio entregado.

De acuerdo con el 98% de satisfacción del usuario junto con el 100% en la disminución del tiempo en la búsqueda de los documentos, se asume que la eficiencia del sistema en la entrega de la documentación solicitada por el estudiante fue alta, dado que el asistente cumplió adecuadamente la función que fue solicitada durante la interacción con el mismo.

Recomendaciones

Para la difusión de la implementación fue recomendable realizar un video promocional, ya que no todas las personas se encuentran familiarizadas con el tema de investigación y es más fácil hacer conocer cómo funciona el sistema, las ventajas que

presenta y las herramientas que se necesita para el uso, con este video, las personas que no tengan conocimientos de telefonía digital tienen una capacitación rápida y pueden entender el proyecto realizado de una manera dinámica y rápida.

En el desarrollo del sistema su tuvo problemas de intento de hackeo al servidor, como se utilizan datos privados (ID y cédula) se recomienda utilizar la herramienta Fail2ban para tener más seguridad en la información, este software monitorea los registros de acceso al servidor y bloquea las IP de los bots que son máquinas automatizadas que realizan intentos de acceso indiscriminados a los servidores para tomar el control de la máquina, la IP es baneada tras realizar tres intentos de acceso incorrectos.

Para el desarrollo del sistema fue necesario la utilización de servicios de infraestructura en la nube, es decir una máquina virtual en la cual se aloja aplicaciones y servicios en la nube, contando con sistema de hardware, almacenamiento, recursos aislados, recursos de red para acceder a los servicios o aplicaciones de manera remota cuando sea necesario. Por lo cual se recomienda analizar las características de las máquinas virtuales en la nube que se encuentran en el mercado como Vultr, VMWare, Microsoft Hiper-V, Virtuozzo entre otros, mismo que ofrecen diferentes instancias en la nube en los cuales se puede personalizar los valores de almacenamiento, numero de CPU, memoria RAM, y ancho de banda, estos valores deben ser seleccionados de acuerdo al servicio o aplicación que se desea implementar para reducir costos en la implementación y evitar que sea desaprovechado el plan que se contrate.

Se recomienda realizar un mantenimiento constante del sistema para corregir errores que pudieran ser ocasionados y prevenir posibles fallos del sistema, además de realizar la actualización o incremento de documentos que estarán disponibles para la descarga dentro del sistema en caso que los formatos sean modificador por parte de la

Universidad de las Fuerzas Armadas, además de ser necesario la actualización de la base de datos de usuarios que podrán utilizar el sistema.

Se recomienda monitorizar el servidor, como el servicio creado será utilizado de manera recurrente es necesario saber la calidad de audio que presenta la llamada, se puede utilizar VoIP Spear que es un servicio de monitoreo, realiza un seguimiento de la calidad de voz y si se encuentran problemas envía alertas al correo electrónico, esto lo realiza las 24 horas al día, los 7 días de la semana y entrega los parámetros de QoS como el jitter, la pérdida de paquetes, la latencia y una calificación MOS.

Trabajos futuros

Para continuar con el proyecto de tesis en seguida se muestran algunas líneas de investigación, mismas que fueron surgiendo tras el desarrollo del sistema, estos posibles proyectos a futuro son:

Desarrollar una aplicación ejecutable dentro de la máquina virtual en la nube que permita añadir automáticamente y de manera sencilla nuevos documentos al asistente de documentación, dicho programa también permitirá ingresar nuevas carreras y usuarios para que los estudiantes de las mismas puedan utilizar el sistema desarrollado.

Implementar Gateways como tarjetas FXS/FXO para el alcance del sistema, con esto se puede realizar llamadas en la central desde teléfonos IP o Softphones a teléfonos analógicos de la Red Telefónica Pública Conmutada implementados por medio de estas tarjetas, es decir el puerto FXS conecta el ordenador con el teléfono analógico y por medio de la tarjeta FXO se conecta la computadora a la PSTN.

Implementar el asistente de documentación en distintos softwares de servidor de comunicaciones unificadas como son el caso de Issabel, PBX 3CX, FreePBX, Elastix entre otros los cuales permiten el desarrollo de centrales de Telefonía por medio de interfaces

gráficas, es decir no es necesario realizar la programación del servidor por medio de comandos, y verificar las ventajas, desventajas que entregan cada uno de dichos softwares.

Referencias

¿Qué es un Softphone? | VoIP. (2016, August 29). <http://www.servervoip.com/blog/que-es-un-softphone/>

Affde. (2019). *¿Por qué Python es un gran lenguaje de programación para gigantes como Google, Facebook, etc.? - Marketing de Affde.* <https://www.affde.com/es/why-is-python-a-great-programming-language-for-giants-like-google-facebook-etc.html>

Aguilar, S. (2005). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>. *Salud En Tabasco, 11*, 333–338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

Alexande, C. H. X., & Bejar Alban, J. (escuela politecnica nacional Q. (2016). *Desarrollo de un sistema basado en Asterisk que permita investigar situaciones anómalas (bypass) en el Ecuador para la Supertel.* 1–6.

Atzikan Irak Estrada Bernal, I. A. P. (2018). *Taller De Bases De Datos Investigación Unidad 6 - PDFCOFFEE.COM.* <https://pdfcoffee.com/taller-de-bases-de-datos-investigacion-unidad-6-5-pdf-free.html>

Barba, R. (2003). *Titulo De La Tesis Doctoral :*
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4055/1/20T00457.pdf>

Belledonne Communications. (n.d.). *Linphone open source VoIP SIP softphone - voice, video and instant messaging.* Retrieved November 22, 2021, from <https://www.linphone.org/>

CASTRO MONCAYO, R. A. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE PRUEBAS ENTRE DOS CENTRALES TELEFÓNICAS BASADAS EN ASTERISK.*

<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2153>

Christian, Z. (2013). *Implementacion De Servidor Asterisk En La Nube Interna De La Carrera De Ingenieria En Sistemas Computacionales.*

Cisco. (2015). *Cisco Jabber Unified Communications solution delivers instant messaging, voice and video calls, voice messaging, desktop sharing, conferencing, and presence - Cisco.* <https://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/jabber/index.html>

Clémentine Robine. (2020). *¿Qué es un Softphone y qué ventajas tiene? - Aircall Blog.* <https://aircall.io/es/blog/call-center/que-es-un-softphone/>

CounterPath. (2020). *X-Lite is Bria Solo - Free Softphone Client | CounterPath.* <https://www.counterpath.com/x-lite/>

Gautam, K., Co, T., Yu, J., & Tewfik, A. H. (2019). *SPEECH RECOGNITION WITH NO SPEECH OR WITH NOISY SPEECH.*

Grandstream. (2021). *Wave Lite | Grandstream Networks.* <http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony/softphone-app/product/wave-lite>

Gutiérrez, Á. (2018). Almacenamiento en la nube. *ACTA*, 1(1), 1–8. [http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/29734/Resumen de tesis MGoyas y JVargas](http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/29734/Resumen%20de%20tesis%20MGoyas%20y%20JVargas)

Holguín, C., Díaz-Ricardo, Y., & Antonio Becerra-García, R. (2014). *Ciencias Holguín, Revista trimestral, Año XX, abril-junio 2014 El lenguaje de programación Python/The programming language Python Ivet Challenger-Pérez.* 1–13. <http://www.linuxjournal.com/article/2959>

- Instituto Nacional de Ciberseguridad. (2017). *Guia-Cloud-Computing_0.Pdf* (p. 31).
- López, V. (2011). Análisis de la Paquetización de la voz sobre IP. *Análisis de La Paquetizacion de La Voz.*, 228.
- Mahler, P. (2005). *VoIP Telephony with Asterisk*.
http://eom.pp.ua/books/????????????/Networks/???? ?????? ?????????/voip/VoIP_Telephony_with_Asterisk__Paul_Mahler__by_dccm83.pdf
- Marino, D. (2019). *Fail2Ban*.
- Mendez Vasquez, V. (2010). *INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA "IMPLEMENTACION DE CONMUTADOR DE VOZ IP (PBX VIRTUAL) SOBRE UNA RED DE DATOS" TESIS PRESENTA*.
- Montenegro, Paola; Mora, V. (2011). *Análisis y evaluación para la selección de códecs de VoIP*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/54/1/08495.pdf>
- NPerf. (2020). Barómetro de las conexiones a internet fijas en Ecuador. In *Ecuador*.
https://media.nperf.com/files/publications/EC/2020-02-03_Barometro-internet-fijo-nPerf-2019.pdf
- Ookla, S. (2021). *Ecuador's Mobile and Broadband Internet Speeds - Speedtest Global Index*.
<https://www.speedtest.net/global-index/ecuador?fixed#market-analysis>
- Panasonic. (2020). *Comunicaciones unificadas - Communication Solutions | Panasonic Business*. <https://business.panasonic.es/communication-solutions/acerca-de-nosotros/mas-sobre-sistemas-pbx/sip/comunicaciones-unificadas>
- Python development team. (n.d.). *La Biblioteca Estándar de Python — documentación de Python - 3.10.0*. Retrieved November 8, 2021, from
<https://docs.python.org/es/3/library/index.html>

Python development team. (2021). *email.mime: Creación de objetos de correo electrónico y*

MIME desde cero - documentación de Python 3.10.0.

<https://docs.python.org/3/library/email.mime.html>

Ramírez Chóez, S. M. (2019). *Análisis de la implementación de centralitas virtuales en la nube como alternativa al servicio de telefonía fija.*

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42165>

Riabov, V. V. (2005). *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).*

https://www2.rivier.edu/faculty/vriabov/Information-Security-SMTP_c60_p01-23.pdf

RingCenter. (2021). *Message. Video. Phone. | RingCentral.*

<https://www.ringcentral.com/#messageVideoPhone>

Rufiner, H. L., & Milone, D. H. (2004). *Sistema de reconocimiento automático del habla.*

Sinchire Arrobo, M. F. (2013). *Diseño e implementación de un prototipo de sistema IVR (Interactive Voice Response), utilizando ASTERISK, para la Universidad Politécnica*

Salesiana Quito-campus sur. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5354>

Soler, E. (2009). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE VoIP Proyecto Final de Carrera.*

Ware, O. C. (2020). *Tablas de Erlang---B Redes de Comunicaciones.*

Xnet Communications. (n.d.). *iSoftPhone*. Retrieved November 22, 2021, from

<https://www.call4mac.com/isoftphone/home.html>

Zoiper.com. (2019). *Zoiper - Free VoIP SIP softphone dialer with voice, video and instant messaging :: Zoiper.* <https://www.zoiper.com/>