



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE DATOS Y VOIP EN LA
EMPRESA RINTECO CIA. LTDA. USANDO OPEN SOURCE Y
CONSTRUCCIÓN DE IVRS DE ASTERISK PARA MEJORAMIENTO EN
CALIDAD DE ATENCIÓN AL CLIENTE**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

BOLÍVAR FERNANDO CONTERO ROMÁN
fernando.contero@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ADRIÁN ZAMBRANO
Jose.zambrano@epn.edu.ec

Quito, SEPTIEMBRE 2012

DECLARACIÓN

Yo, Bolívar Fernando Contero Román, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Bolívar Fernando Contero Román

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Bolívar Fernando Contero Román, bajo mi supervisión.

Ing. Adrián Zambrano
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi mamá que con sus palabras de aliento hizo que cada día de este duro camino sea más fácil y llevadero por demostrar que siempre estará a mi lado para brindarme su apoyo.

A mi papá que me enseñó el valor de la responsabilidad, de la ética y moral, siendo un ejemplo a seguir y mi fuerza en momentos difíciles.

A mis hermanas Katherine y Natalia que siempre estuvieron dispuestas a soportarme y brindarme la alegría que me faltaba, iluminando cada momento de mi vida con sus sonrisas y bromas.

A mi amiga, Mayra Almeida que supo enseñarme a no darme por vencido y seguir siempre mis sueños, a mirar la vida de una manera diferente y alocada, a vivir cada día lleno de alegría.

A mi segunda familia, mi tía Blanca que aunque ya no esté me hizo sentir la persona más dichosa en el mundo por demostrarme su querer, también a mi primo José quien ha sido como el hermano que nunca tuve, gracias por tu preocupación y lealtad.

A mi novia Carolina que ha compartido esta meta, este sueño al cual he podido llegar, gracias a su perseverancia y a su paciencia por saber soportar mi tonta forma de actuar, gracias bonita.

A cada uno de mis amigos Guillo, Maco, Leandrito, Stuart, Ricardo, Migue, Igor, Carito, Abuelo, Andrea, Fernanda, Mayra, que sería de mi vida sin grandes amigos como ustedes, aprendí mucho de cada uno, los guardaré en mi memoria y llevaré siempre un recuerdo valioso e invaluable de cada uno de ustedes.

DEDICATORIA

A Dios y la Santa Virgen que me dieron la bendición de tener padres ejemplares que me enseñaron a no darme por vencido y luchar por mis ideales

Índice de Contenido

CAPÍTULO 1	1
SITUACIÓN ACTUAL Y MARCO TEÓRICO	1
1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA RINTECO CIA.LTDA	1
1.1.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA RED	1
1.1.2 INFRAESTRUCTURA DE LA RED	1
1.1.3 CONEXIÓN A INTERNET	1
1.1.4 ANCHO DE BANDA	1
1.1.5 TOPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN	2
1.1.6 ADMINISTRACIÓN DE LA RED	2
1.1.7 APLICACIONES DE RED	3
1.1.8 TRÁFICO DE VOZ	3
1.1.9 VULNERABILIDADES	3
1.2 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA IP	4
1.2.1 TELEFONÍA IP	4
1.2.1.1. Definición de Telefonía IP	4
1.2.1.2. Elementos que conforman una llamada IP	5
1.2.1.3. Funcionamiento	6
1.2.1.4. Telefonía Convencional	9
1.2.1.5. Diferencia de la telefonía IP con la convencional	9
1.2.1.6. Ventajas y Desventajas de la telefonía IP	10
1.2.2 VOZ SOBRE IP	11
1.2.2.1. Definición de VoIP	11
1.2.2.2. Características de VoIP	12
1.2.2.3. Arquitectura de protocolos de VoIP	12
1.2.2.4. Protocolos de Señalización	13
1.2.2.4.1 H.323	13
1.2.2.4.2 SIP (Session Initiation Protocol – Protocolo de Inicio de Sesiones)	21
1.2.2.4.3 IAX2 (Inter-Asterisk eXchange)	27
1.2.2.5 Protocolos de Transporte	29

1.2.2.5.1	<i>RTP (Real-Time Transport Protocol – Protocolo de Transporte de Tiempo Real)</i>	29
1.2.2.5.2	<i>RTCP (Real-Time Control Protocol – Protocolo de Control en Tiempo Real)</i>	30
1.2.2.6	Códecs	31
1.2.2.6.1	<i>G.711</i>	32
1.2.2.6.2	<i>G.726</i>	33
1.2.2.6.3	<i>G.723.1</i>	33
1.2.2.6.4	<i>G.729A</i>	33
1.2.2.6.5	<i>GSM</i>	34
1.2.2.6.6	<i>ILBC</i>	34
1.2.2.6.7	<i>SPEEX</i>	34
1.2.2.7	Hardware usado en clientes	35
1.2.2.7.1	<i>Gateway IP</i>	35
1.2.2.7.2	<i>Tarjetas Analógicas</i>	35
1.2.2.7.3	<i>Teléfonos VoIP con USB</i>	36
1.2.2.7.4	<i>Teléfonos IP basados en Hardware</i>	37
1.2.2.7.5	<i>Adaptadores IP</i>	38
1.2.2.7.6	<i>Sofiphone</i>	39
1.2.3	PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE)	43
1.2.3.1	Concepto	43
1.2.3.2	Funciones de una PBX	43
1.2.4	CALIDAD DE SERVICIO	44
1.2.4.1	Jitter	44
1.2.4.2	Latencia	45
1.2.4.3	Eco	46
1.2.4.4	Pérdida de paquetes	47
1.2.5	ESTUDIO DE ASTERISK	47
1.2.5.1	Introducción	47
1.2.5.2	Historia	48
1.2.5.3	Panorama actual	48
1.2.5.4	Versiones	48
1.2.5.5	Aplicaciones Asterisk	49

1.2.5.6	Directorios importantes de Asterisk	50
1.2.5.7	Archivos de configuración de Asterisk	50
1.2.5.8	Plan de Marcación	51
1.2.5.8.1	<i>Contextos</i>	51
1.2.5.8.2	<i>Extensiones</i>	52
1.2.5.8.3	<i>Prioridades</i>	53
1.2.5.8.4	<i>Aplicaciones</i>	53
1.2.5.9	Paquetes necesarios	53
1.2.5.10	Audio en Asterisk, reproducción y grabación	54
1.2.5.10.1	<i>Reproducción</i>	54
1.2.5.10.2	<i>Grabación</i>	55
1.2.5.11	IVR (Impulse Voice Response)	55
CAPÍTULO 2		57
DISEÑO DE LA RED DE DATOS Y VOZ IP		57
2.1	DISEÑO	57
2.1.1	DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA VOZ	58
2.1.1.1	Análisis de tráfico actual	59
2.1.1.2	Determinación del ancho de banda	64
2.1.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA DATOS	69
2.1.2.1	Cálculo del tráfico de datos	69
2.1.2.2	Estimaciones futuras del ancho de banda total	71
2.1.3	DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE PARA EL SERVIDOR ASTERISK . 72	
2.1.3.1	Procesador	73
2.1.3.2	Memoria RAM	74
2.1.3.3	Disco Duro	75
2.1.3.4	Tarjeta Analógica	75
2.1.3.5	Teléfonos IP	76
2.1.4	DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA LA RED DE RINTECO	77
2.1.4.1	Topología	77
2.1.4.2	Medios de transmisión	78
2.1.4.3	Interfaces de conexión	79

2.1.4.3.1	<i>Conectores RJ-45</i>	80
2.1.4.3.2	<i>Placas, Jack y cajas para montaje en pared</i>	80
2.1.4.4	Área de Telecomunicaciones	81
2.1.4.5	Asignación de puntos de red	82
2.1.4.6	Cableado Horizontal	86
2.1.4.6.1.	<i>Cálculo de la longitud promedio del cable</i>	86
2.1.4.6.2.	<i>Cálculo del número de corridas por rollo</i>	87
2.1.4.6.3.	<i>Cálculo de la cantidad de rollos de cable</i>	87
2.1.5	SOFTWARE	88
2.1.5.1	Instalación de Asterisk	89
2.1.5.2	Configuración de Asterisk	90
2.1.5.3.1	<i>Interfaces SIP</i>	90
2.1.5.3.2	<i>Interfaces IAX</i>	92
2.1.5.3.3	<i>DAHDI</i>	93
2.1.5.3.4	<i>Instalación de la tarjeta Analógica</i>	94
2.1.5.3	Plan de marcación (dialplan)	96
2.1.5.1	Configuración de los elementos del plan de marcación	98
2.1.5.1.1.	<i>Contextos</i>	99
2.1.5.1.2.	<i>Patrones de Marcado</i>	101
2.1.5.1.3.	<i>Extensiones</i>	102
2.1.5.1.4.	<i>Diseño de los IVRs</i>	103
2.1.5.1.5.	<i>Aplicaciones</i>	106
2.1.5.1.6.	<i>Configuración de softphone</i>	108
CAPÍTULO 3	109
COSTOS DE DISEÑO	109
3.1.	COSTOS DE EQUIPOS	109
3.2.	COSTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO	112
3.3.	COSTOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN	112
3.4.	COSTO TOTAL DEL DISEÑO	113
CAPÍTULO 4	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114

4.1 CONCLUSIONES	114
4.2 RECOMENDACIONES	117
ANEXOS	120

Índice de Figuras

Capítulo 1

Fig. 1. 1 Switch Next	1
Fig.1. 2 Modem ADSL (CNT).....	1
Fig. 1. 3 Puntos de red externos.....	1
Fig. 1. 4 Topología actual RINTECO CIA. LTDA.	2
Fig. 1. 5 Conexiones físicas.....	4
Fig. 1. 6 Formas en las que se puede establecer la llamada telefónica	6
Fig. 1. 7 Esquema de funcionamiento	7
Fig. 1. 8 Conversión de la señal analógica a digital	8
Fig. 1. 9 Arquitectura H.323	14
Fig. 1. 10 Estructura de Terminal H.323	16
Fig. 1. 11 Interconexión de terminales a la red IP	18
Fig. 1. 12 Establecimiento de una llamada H.323	20
Fig. 1. 13 Arquitectura y componentes de protocolo SIP	23
Fig. 1. 14 Establecimiento de una llamada SIP	26
Fig. 1. 15 Establecimiento de una llamada IAX	29
Fig. 1. 16 Tarjeta analógica FXO/FXS	36
Fig. 1. 17 Teléfono VoIP USB	37
Fig. 1. 18 Teléfono IP	38
Fig. 1. 19 Adaptador Terminal Analógico Cisco ATA 186	39
Fig. 1. 20 Xlite Softphone	40
Fig. 1. 21 QuteCom Softphone	40
Fig. 1. 22 Zoiper Softphone	41
Fig. 1. 23 Express Talk Softphone	42
Fig. 1. 24 SJPhone	42
Fig. 1. 25 Implementación de Buffer Jitter	45
Fig. 1. 26 Efectos de la Latencia en la red IP	46
Fig. 1. 27 Logo de Asterisk.....	47

Capítulo 2

Fig. 2. 1	Número de llamadas por hora	62
Fig. 2. 2	Calculadora de Erlang	64
Fig. 2. 3	Encapsulamiento de una trama VoIP	66
Fig. 2. 4	UPS APC BACK-UPS RS 1300VA LCD	77
Fig. 2. 5	Red establecida para RINTECO CIA. LTDA.....	78
Fig. 2. 6	Conectores RJ-45 Keystone.....	80
Fig. 2. 7	Jack RJ-45	80
Fig. 2. 8	Placas Estándar de pared 3M	80
Fig. 2. 9	Cajas para montaje en pared 3M.....	81
Fig. 2. 10	Rack armario para equipos.....	82
Fig. 2. 11	Distribución de los puntos de acceso	84
Fig. 2. 15	Consola de Asterisk	90
Fig. 2. 16	Pantalla de comprobación de compatibilidad	94
Fig. 2. 17	Distribución de las extensiones	103
Fig. 2. 18	Diagrama de IVRs.....	104
Fig. 2. 19	Aplicaciones comunes usadas en Asterisk	107
Fig. 2. 20	Configuración de Softphone X-lite	108

Índice de Tablas

CAPÍTULO 1

Tabla 1. 1 Tipo de paquetes RTCP	31
Tabla 1. 2 Códecs utilizados en VoIP.....	32

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1 Flujo de llamadas registradas en una semana	60
Tabla 2. 2 Número de llamadas registradas en la semana.....	61
Tabla 2. 3 Llamadas registradas en la hora pico	63
Tabla 2. 4 Características de compresión de los CÓDECS	65
Tabla 2. 5 Ancho de banda para CÓDEC G.711.....	69
Tabla 2. 6 Acceso de un usuario a cada aplicación.....	71
Tabla 2. 7 Tabla de recomendaciones de hardware	73
Tabla 2. 8 Velocidad requerida por el procesador	74
Tabla 2. 9 Cantidad de memoria requerida	74
Tabla 2. 10 Requerimiento de espacio en disco duro	75
Tabla 2. 11 Tabla comparativa de categorías UTP	79
Tabla 2. 12 Asignación de puntos de red y datos para cada área	85
Tabla 2. 13 Distribución de Equipos.....	85
Tabla 2. 14 Total Equipos	85

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1 Procesadores	109
Tabla 3. 2 Costo del servidor Asterisk.....	110
Tabla 3. 3 Costo de los equipos de la red VoIP	111
Tabla 3. 4 Costo del cableado estructurado	112
Tabla 3. 5 Costo de diseño e instalación	113
Tabla 3. 6 Costo total.....	113

Índice de Ecuaciones

Ec. 2. 1 Intensidad de tráfico	62
Ec. 2. 2 Cálculo del ancho de banda para voz.....	66
Ec. 2. 3 Longitud de sobrecarga	67
Ec. 2. 4 Capacidad de simultaneidad de aplicación.....	71
Ec. 2. 5 Cálculo de estimaciones futuras.....	72
Ec. 2. 6 Cálculo de la longitud promedio del cable.....	87
Ec. 2. 7 Cálculo de número de corridas por rollo	87
Ec. 2. 8 Cálculo de la cantidad de rollos	88

RESUMEN

El proyecto se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se realizará la descripción de todos los componentes actuales de la red de la empresa RINTECO CIA. LTDA. y el marco teórico correspondiente a telefonía IP, voz sobre IP, ventajas y desventajas del uso de VoIP, funcionamiento y protocolos que utilizan, PBX, software a utilizar, parámetros de calidad de servicio.

En el capítulo 2 se realizará el diseño de la red de datos con VoIP a través del servidor Asterisk, se describirán las características de los distintos elementos a emplearse en el diseño y se diseñará el cableado estructurado así como también la configuración del software que será empleado en la implementación de la central telefónica.

En el capítulo 3 se detallarán los costos de los diferentes elementos usados en el diseño, los respectivos cuadros de costos y la factibilidad de implementación del diseño.

En el capítulo 4 se plantearán las conclusiones y recomendaciones a las que se llega después del diseño del proyecto.

Los anexos contendrán información relacionada con tablas de cálculo, características del hardware telefónico, cableado y los diferentes elementos que conformarán la red, así como también los planos y el recorrido que tendrá el cableado desde cada una de las terminales hacia el servidor.

PRESENTACIÓN

RINTECO CIA. LTDA. es una empresa importadora de maquinaria usada para codificación de productos, sus instalaciones están ubicadas en la ciudad de Quito pero a futuro se tiene previsto abrir sucursales en Guayaquil y Cuenca. Es precisamente este motivo el que promueve la implementación de una red de datos y voz que permitiría la comunicación entre cada una de ellas, a través de la tecnología de VoIP (Voz sobre IP). Adicionalmente se desea aprovechar las herramientas que proporciona UNIX (Software Libre) para poder implementar IVRs que faciliten a los clientes el acceso a información requerida, mejorando así la calidad de servicio ofrecida a cada uno de ellos.

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP involucra un desarrollo en las diferentes tecnologías de comunicaciones que junto al acceso que hoy en día se tiene a internet; nos permite acceder a las grandes redes establecidas a nivel mundial permitiendo eliminar las barreras de la distancia que antes podrían haber sido consideradas inalcanzables. Frente al constante cambio de las telecomunicaciones, la telefonía sobre IP es excepcionalmente prometedora es por esto que RINTECO CIA. LTDA. en una forma previsoramente apunta hacia la modernización en su afán de brindar una mejor calidad de servicio a sus clientes.

El presente proyecto está estructurado para poder brindar un mejor servicio hacia el cliente aprovechando software libre y tecnología IP.

CAPÍTULO 1

SITUACIÓN ACTUAL Y MARCO TEÓRICO

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA RINTECO CIA.LTDA.

1.1.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA RED

Para determinar las necesidades específicas que deben ser implementadas en la empresa, es importante realizar un estudio de la situación actual de la red, esto permitirá establecer los parámetros que deben ser modificados de acuerdo al tráfico de datos y voz al que se desea llegar.

La empresa está conformada por 5 departamentos: Gerencia General, Gerencia Técnica, Gerencia de Ventas, Supervisión Técnica y el Recepción, todas estas ubicadas sobre la misma planta que tiene un área aproximada de 120 m². Mediante una inspección se pudo constatar la existencia de 5 estaciones de trabajo.

A continuación revisaremos algunos de los parámetros establecidos en la empresa RINTECO CIA. Ltda.

1.1.2 INFRAESTRUCTURA DE LA RED

Actualmente la red que maneja la empresa es una red únicamente de datos, no existe tráfico de voz, básicamente permite el acceso a internet a todos los usuarios de las 5 estaciones a través de un switch (Figura.1.1) y el módem ADSL (Figura. 1.2), suministrado por CNT.

Las estaciones de trabajo en su mayoría son Pentium 4 o superior con procesadores de 2 GHz y 1 GB de memoria RAM. El cableado utilizado para la interconexión de las estaciones utiliza cable UTP categoría 5e.



Fig. 1.1 Switch Next



Fig.1. 2 Modem ADSL (CNT)

1.1.3 CONEXIÓN A INTERNET

Cada uno de los equipos posee un punto de red (Fig. 1.3) que han sido colocados cerca de la toma telefónica que posee cada área, para ello se han usado las mismas tuberías que transportan el cableado telefónico, es decir que el cableado de datos viaja por la misma tubería de conexión telefónica.



Fig. 1. 3 Puntos de red externos

1.1.4 ANCHO DE BANDA

El ancho de banda actual que utilizan la empresa es de 1200 Kbps y accede a la red a través de los servicios de CNT.

1.1.5 TOPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

La topología actual es en estrella y busca la interconexión entre las estaciones de trabajo, sobre todo el acceso a internet. En la Figura 1.4 se indica la topología de red usada actualmente en RINTECO.

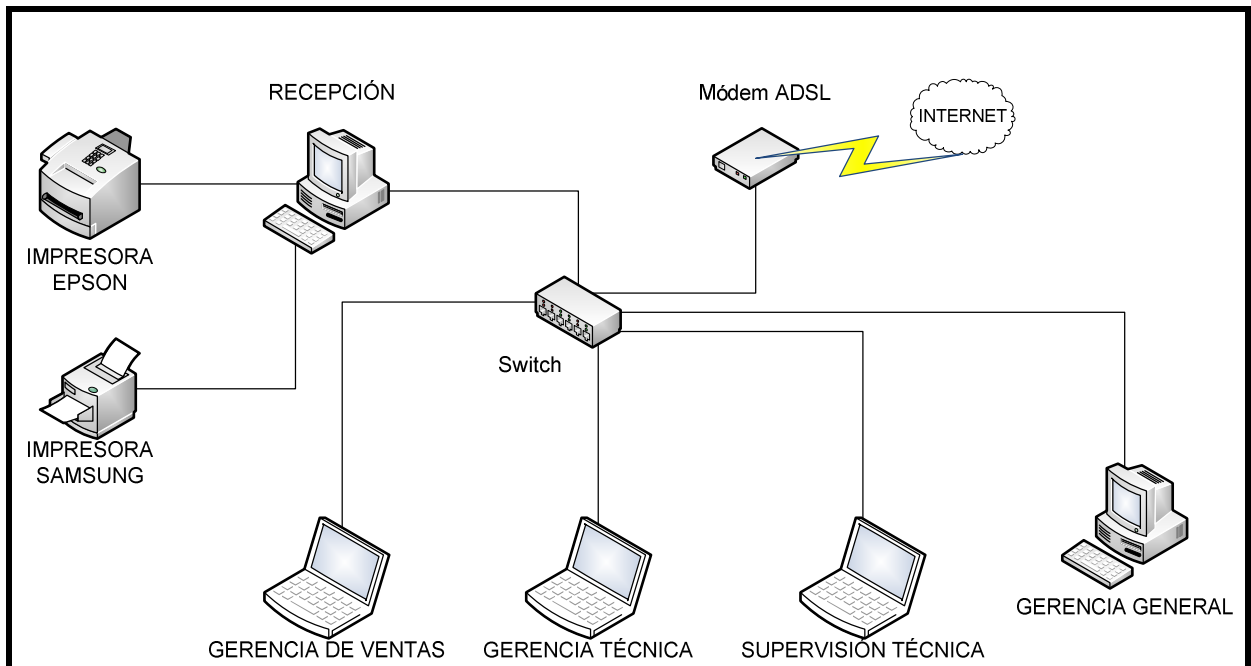


Fig. 1. 4 Topología actual RINTECO CIA. LTDA.

1.1.6 ADMINISTRACIÓN DE LA RED

Ya que la red es pequeña no requiere de un administrador aún, en la actualidad se tiene una sucursal en la ciudad de Guayaquil pero en esta no existe una red establecida todavía, se tiene previsto que para inicios del próximo año la empresa como tal, tenga alrededor de 10 estaciones en Quito; sin embargo todo dependerá del espacio físico disponible.

Se tiene de igual manera prevista la interconexión con la sucursal en Guayaquil, por lo que es imprescindible se planifique el uso de un mecanismo de administración de los recursos informáticos y conexión a internet de manera que se puedan utilizar adecuadamente para cada uno de los miembros de la empresa.

1.1.7 APLICACIONES DE RED

La empresa maneja únicamente el servicio contable a través de red, además de herramientas básicas necesarias para cada usuario, tales como son el uso de office (Word, Excel, Power Point), Adobe, etc.

1.1.8 TRÁFICO DE VOZ

La empresa posee 3 líneas telefónicas, el direccionamiento de cada una de las llamadas ingresadas se las realiza de forma manual por una operadora; es decir, una vez que la llamada ingresa desde la red telefónica pública, en cualquiera de los teléfonos, ésta se encarga de redirigir el aparato telefónico a el miembro al que va dirigida la llamada.

Actualmente no existe un mecanismo automático, como una central PBX que realice el proceso de encaminamiento de la llamada hacia el departamento deseado, por lo cual el tráfico de voz enviado a través de la red es nulo.

1.1.9 VULNERABILIDADES

Al final de cada uno de los puntos revisados anteriormente, se debe considerar algunos puntos débiles de la red.

En lo que respecta al nivel físico, no existe un estándar de etiquetado que permita identificar claramente el puerto del switch al que pertenece cada usuario, por lo que el simple hecho de la mala manipulación del equipo podría desencadenar en una pérdida de conexión hacia la red. De igual manera el equipo no está ubicado en un lugar estable y tampoco ofrece las seguridades del caso, como protecciones contra descargas de voltaje y aseguramiento a alguna superficie por lo que pueden sufrir daños al golpearse (Fig. 1.5). El cableado no cumple con las normas de construcción, ya que éste actualmente viaja a través de la tubería de la línea telefónica, y en ciertas ocasiones atraviesa con las líneas de corriente, lo que puede repercutir en la transmisión de datos.



Fig. 1. 5 Conexiones físicas

1.2 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA IP

Conforme la tecnología avanza es fácil predecir que el tráfico de datos, video, voz, en un futuro aprovecharán el alcance que tienen las redes a nivel mundial. Es claro que debido al acceso que en su totalidad se tiene hacia internet, sinónimo de comunicación, este medio proporcionará la tecnología necesaria para la transmisión de voz utilizando protocolos de internet (IP), es así que se ha desarrollado un nuevo grupo de tecnologías referidas como Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP.

A continuación se realizara una revisión de estas dos tecnologías.

1.2.1 TELEFONÍA IP

1.2.1.1. Definición de Telefonía IP

La telefonía IP es una tecnología que permite la transmisión de datos y voz por una misma red, basándose en protocolos IP.

Cuando se habla de un sistema telefónico IP estamos hablando de un conjunto de elementos que debidamente integrados permiten suministrar un servicio de telefonía, semejante al de la telefonía tradicional pero con nuevas funcionalidades que proporciona la misma, al ser transportada en la red.

Esta tecnología ha aparecido desde hace ya varios años pero no ha sido hasta hace poco que se ha podido generalizar gracias al mejoramiento y estandarización de los sistemas de calidad de servicio y principalmente a la universalización del servicio de internet.

1.2.1.2. Elementos que conforman una llamada IP

Los elementos necesarios para que se pueda realizar llamadas vocales a través de una red IP, dependen en gran medida de qué tipo de terminal se usan en los extremos de la comunicación, pudiendo ser terminales IP o no IP, siendo los primeros capaces de poder entregar a su salida paquetes IP, además de ser parte propia de la red, mientras que los últimos no, debido a que requieren de un dispositivo intermedio que sea capaz de entregar la conversación telefónica en formato IP.

El GatewayVoIP es el elemento encargado de realizar el puente entre la red telefónica convencional y la red IP. Su función principal es la de convertir la señal analógica en paquetes IP y viceversa.

El Gatekeeper funciona conjuntamente con varios GatewaysVoIP, y la funcionalidad principal que debe ofrecer son tareas como: autenticación de usuarios, control de llamadas y gestión de direccionamiento, puede ser considerado el cerebro de la red de telefonía IP.

En la Figura 1.6 se puede observar algunos de los equipos terminales y la forma en que puede ser realizada una llamada telefónica.



Fig. 1. 6 Formas en las que se puede establecer la llamada telefónica¹

1.2.1.3. Funcionamiento

La telefonía IP es un sistema que permite realizar llamadas de voz pero en lugar de usar la red de la telefonía tradicional hace uso de la infraestructura de internet utilizando el protocolo de internet IP (de sus siglas en inglés Internet Protocol).

Cuando se realiza una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP.

En la Figura 1.7 se puede observar el esquema de funcionamiento desde el origen de la llamada, bien en un teléfono convencional como en un teléfono IP

¹<http://es.scribd.com/doc/3465998/TELEFONIA-IP-Y-CONVENCIONAL>

encaminándose a través de la red hacia el destino, de igual manera hacia un teléfono convencional o IP.

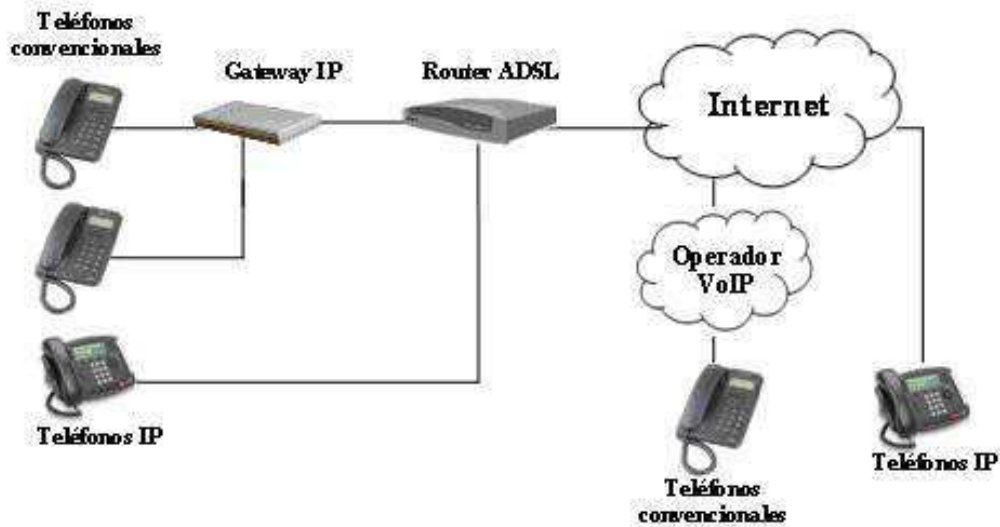


Fig. 1. 7 Esquema de funcionamiento²

El enrutamiento de una llamada es la operación encargada de encaminarla a través de la red hasta el punto final, seleccionando el Gateway VoIP más adecuado.

Este enrutamiento se lleva a cabo según las tablas de condiciones que se programan en distintos Gateways VoIP, denominados "Servidores de Directorio", cuando los paquetes se envían a la persona con la que estamos hablando, llegan a su destino, son ensamblados nuevamente, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.

En la Figura 1.8 podemos observar el proceso que sigue la transmisión de voz a través de la red, la conversión de la señal analógica a digital que se lleva a cabo a través de compuertas de voz, dispositivos de hardware, los cuales también pueden hacer el proceso inverso, la compresión de los datos y la transmisión de éstos por la red.

²http://www.ekonsulta.net/ekonsulta/wiki/index.php/Imagen:Esquema_voip.JPG

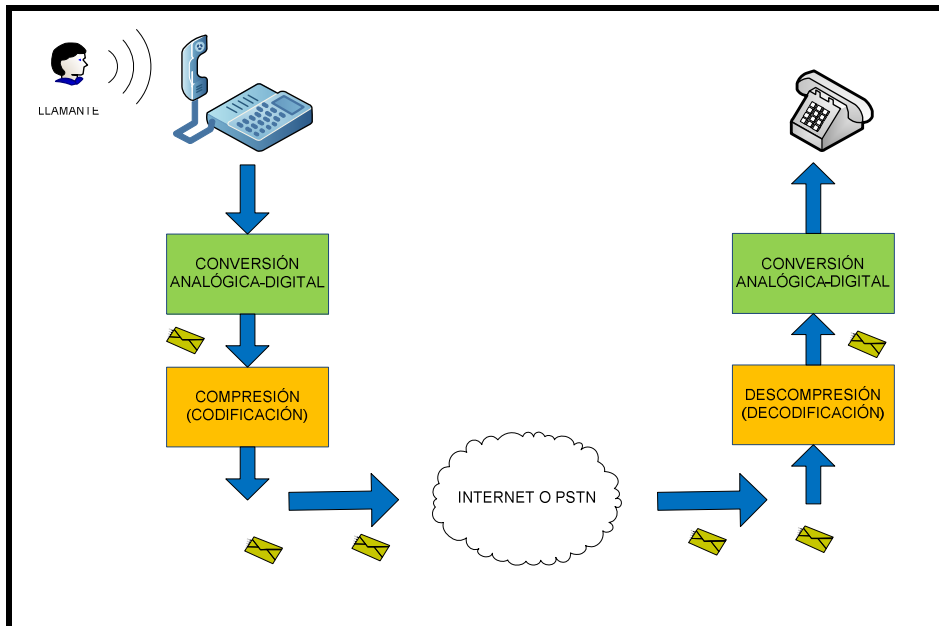


Fig. 1. 8 Conversión de la señal analógica a digital

A continuación se presentan los diferentes casos para el establecimiento de una llamada telefónica IP.

Llamadas Teléfono a Teléfono

Tanto el origen como el destino disponen de un teléfono (terminal no IP) por lo que para poder establecer la comunicación deben usar un GatewayVoIP. El Gateway VoIP de origen solicita establecer la comunicación con el GatewayVoIP de destino, para esto pide información al Gatekeeper de cómo llegar al destino, respondiéndole éste con la dirección IP del GatewayVoIP que ofrece servicio al destino. Luego el GatewayVoIP de origen convierte la señal analógica en un flujo de paquetes IP que son enviados hacia el destino en donde el GatewayVoIP de destino regenera la señal analógica a partir del flujo de datos IP que recibe.

Llamadas PC a teléfono

Únicamente uno de los extremos debe ponerse en contacto con un GatewayVoIP, mientras que el PC debe contar con una aplicación que permita realizar la llamada. El PC solicita la comunicación con el destino y en manera semejante a la anterior se

realiza la petición al Gatekeeper para poder obtener la dirección IP del destino estableciéndose la conexión de datos, a través de la red IP, entre la aplicación del PC y el GatewayVoIP de destino que es el encargado de regenerar la señal analógica.

Llamadas PC a PC

Ambos integrantes de la llamada deben tener una aplicación que permita gestionar la llamada y estar conectados a la red IP.

Terminal IP a Terminal IP

Cada uno de los terminales está conectado a la red, cada uno poseen una dirección IP, lo que permite que el gatekeeper dirija la llamada entre terminales.

1.2.1.4. Telefonía Convencional

Es el sistema de telefonía tradicional guiado por un sistema muy simple pero ineficiente, llamado conmutación de circuitos. La telefonía convencional incluye el cableado desde el hogar del abonado hasta las centrales locales, el equipo necesario y la red de transporte. En este sistema cuando la llamada es realizada la conexión es permanente durante todo el tiempo que dure la llamada, es decir, todos los recursos destinados a intervenir en el desarrollo de una conversación no pueden ser usados por otra llamada hasta que la primera no finalice.

1.2.1.5. Diferencia de la telefonía IP con la convencional

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

1.2.1.6. Ventajas y Desventajas de la telefonía IP

En este tipo de sistema de comunicación lo más sobresaliente y más importante es la reducción de los costos en las llamadas, esto se debe básicamente a que la telefonía IP utiliza la misma red para transmisión tanto de datos como de voz; es decir, aprovecha la infraestructura ya establecida y no necesita de la existencia de canales dedicados por el establecimiento de una llamada, esta es una ventaja a favor de la telefonía IP ya que puede valerse del acceso a internet para reducir costos.

La integración de la telefonía IP en arquitecturas web permite colocar al alcance del usuario una oferta de servicios de telefonía, como puede ser una centralita telefónica alojada en la red, con costes de adquisición enormemente menores al que hasta ahora ofrecía la telefonía convencional.

La convergencia entre voz y datos en la que se basa la telefonía IP abre la puerta de desarrollo a una infinidad de aplicaciones vía software que permiten al usuario, acceder a servicios de telefonía avanzados, funciones como: buzón de voz en el mail, filtros de llamadas o la integración con la agenda del gestor de correo electrónico son una realidad para cualquier usuario de Telefonía IP.

El uso de la línea personal desde cualquier punto en el que exista una conexión a internet, es decir si una llamada ingresa hacia nuestro número fijo, ésta puede ser direccionada hacia el lugar donde se encuentra el destino a través de la red y sin costes adicionales.

La mayoría de proveedores de telefonía IP entregan características por las cuales la telefonía convencional cobra una tarifa adicional, estas son: identificación de llamadas, servicio de llamadas en espera, servicio de transferencia de llamadas, repetir llamadas, devolver llamadas, etc.

Ahora bien, la telefonía IP tiene ciertos problemas, éstos se dan por limitaciones tecnológicas las cuales son solucionadas por el constante avance de la tecnología; sin embargo, existen algunas limitaciones que no han podido ser solucionadas en su totalidad, a continuación algunas de ellas.

La calidad de la comunicación puede variar según la conexión a internet y la velocidad de conexión al ISP, hoy en día las conexiones de banda ancha no son suficientes para mantener una conversación fluida con VoIP, sin embargo, esto se verá solucionado a la brevedad por el crecimiento de las conexiones de banda ancha.

Es necesaria una conexión eléctrica, ya que en casos de cortes de energía los teléfonos convencionales siguen funcionando, esto es así ya que el cable telefónico es todo lo que un teléfono convencional requiere para funcionar.

La pérdida de información puede ser un factor determinante, ya que se utiliza la red para la transmisión de datos en forma de paquetes, éstos son susceptibles a problemas como la alta latencia o la pérdida de los mismos, las conversaciones se pueden ver distorsionadas o incluso cortadas por este tipo de problemas.

1.2.2 VOZ SOBRE IP

1.2.2.1. Definición de VoIP

La voz sobre IP es una tecnología que permite la transmisión de voz a través de las redes IP en forma de paquetes de datos. La telefonía IP es una aplicación de este tipo de tecnología, de forma que permite realizar llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes usando una conexión a internet de banda ancha.

VoIP convierte la llamada telefónica en una señal digital que viaja a través de internet hasta llegar al teléfono de la persona a la que está llamando donde es reconstruida usando el proceso inverso.

La voz sobre IP es una tecnología de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de conmutación de paquetes vía el protocolo IP, esta puede ser considerada la ventaja real de esta forma de tecnología de transmisión ya que es gratuita puesto que viaja como datos.

1.2.2.2. Características de VoIP

Algunas de las características principales son:

- Puede abarcar geográficamente grandes distancias ya que la voz puede ser transportada por cualquier tipo de redes, desde las redes de área local hasta las redes de área extendida.
- Es posible manejar la misma calidad que con llamadas convencionales ya que el desarrollo de VoIP va de la mano con el desarrollo de la tecnología y los diferentes protocolos de red.
- Permite la implementación tanto en software como en hardware con la ventaja que el uso del hardware eliminaría el impacto tecnológico para el usuario común.
- Existe gran cantidad de servicios añadidos que la telefonía convencional no ofrece, por ejemplo funcionalidades como: correo de voz, conferencia tres vías, llamada en espera, identificador de llamadas, rechazar llamadas anónimas, etc. Todas ellas contempladas dentro de los costes de un plan básico.
- Permite integración de video.

1.2.2.3. Arquitectura de protocolos de VoIP

Es la técnica que utiliza VoIP para estructurar jerárquicamente la funcionalidad de su sistema de comunicación para esto se valdrá de protocolos que definirán su estructura.

Entre las principales protocolos que utiliza VoIP tenemos: H.323, SIP, IAX2 y otros protocolos como: MGCP, SCCP.

1.2.2.4. Protocolos de Señalización

Para que la comunicación de voz sobre IP pueda llevarse a cabo es necesario el establecimiento de sesiones RTP³ (Real Time Protocol). Estas sesiones son a grandes rasgos, flujos de paquetes UDP extremo a extremo en los que se transporta la información de voz.

La creación de estas sesiones es el objetivo de los denominados protocolos de señalización o control. Normalmente estos procedimientos agrupan mecanismos para la señalización de eventos durante el transcurso de una llamada y para el manejo y recolección de estadísticas sobre estas llamadas. Existen varios tipos de protocolos dentro de la arquitectura basada en las redes de comunicación. Es conveniente y necesario conocer la mayoría de estos protocolos, como pueden ser usados y cuáles son las ventajas e inconvenientes de los mismos, para poder seleccionar con criterio cual implementaremos en nuestro entorno.

1.2.2.4.1 H.323⁴

La recomendación H.323 es un conjunto de estándares de ITU-T, los cuales definen un conjunto de protocolos para proveer comunicación visual y de audio sobre las redes de paquetes (Internet). Estas redes son las que predominan hoy en todos los lugares, como redes de datos conmutadas TCP/IP e IP sobre Ethernet, Fast Ethernet y Token Ring. Por esto los estándares H.323 son bloques importantes de construcción para un amplio rango de aplicaciones basadas en redes de paquetes para la comunicación multimedia.

Todos los equipos que cumplen con la recomendación H.323 pueden tener comunicación con los equipos de otros, permitiendo la comunicación entre usuarios sin importar problemas de compatibilidad.

³RTP es un protocolo estándar de internet diseñado para transmitir datos tal como audio y video (datos multimedia) a través de cualquier red en tiempo real.

⁴<http://www.3cx.es/voip-sip/h323.php>

<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>

H.323 es un estándar que no garantiza calidad de servicio (QoS) y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable. Forma parte de una gran serie de estándares que permiten la videoconferencia a través de redes, conocidos como H.32X, también tiene referencia hacia algunos otros protocolos de ITU-T como: H.225.0, H.245, H.450, H.235, H.239, H.281.

H.323 lo definen 4 tipos de elementos funcionales (Figura 1.9)

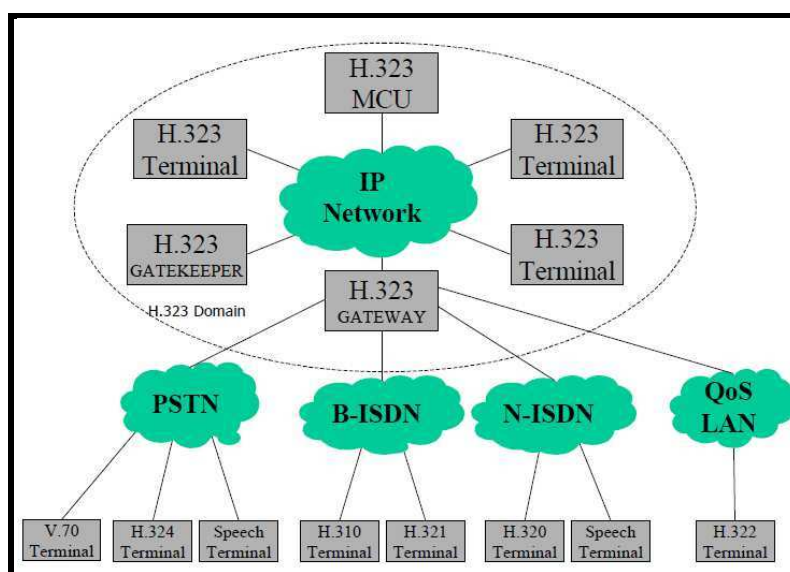


Fig. 1.9 Arquitectura H.323⁵

Terminal H.323

Es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, GatewayVoIP o unidad de control multipunto (MCU). El intercambio de información incluye controles, indicaciones, audio, video y datos.

En la Figura 1.10 se puede observar los elementos funcionales de un terminal H.323 tales como:

- Equipos de adquisición de información.
- Códecs de audio y video.
- Sincronización en recepción.

⁵<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>

- Unidad de control del sistema:
 - Función de control H.245: Protocolo de control usado en el establecimiento y control de una llamada. Se encarga de negociar las capacidades definiendo los códecs de los que disponen y comunicándolo al otro extremo de la comunicación. Es encargado también de la apertura y cierre de los canales lógicos (audio y video), así como también controla el flujo cuando existe algún problema.
 - Función de señalización de la llamada H.225: Es un protocolo de control de llamada el cual permite establecer una conexión y una desconexión. Utiliza un canal lógico de señalización para llevar mensajes de establecimiento y finalización de la llamada entre dos puntos extremos H.323.
 - Función de control RAS (*Registro, Admisión, Estado*): Utilizado para la comunicación entre el terminal y Gatekeeper y entre gatekeepers, los terminales usan RAS para funciones como: registro, control de admisión, estado de la llamada, estado y desconexión de los participantes. Sólo se utiliza en zonas que tengan un gatekeeper. El canal de señalización RAS es independiente del canal de señalización de llamada, y del canal de control H.245.
- Interfaz con la red de paquetes,
 - Servicio TCP obligatorio para canal de control H.245, los canales de datos y el canal de señalización de llamada.
 - Servicio UDP para canales de audio, video y RAS.

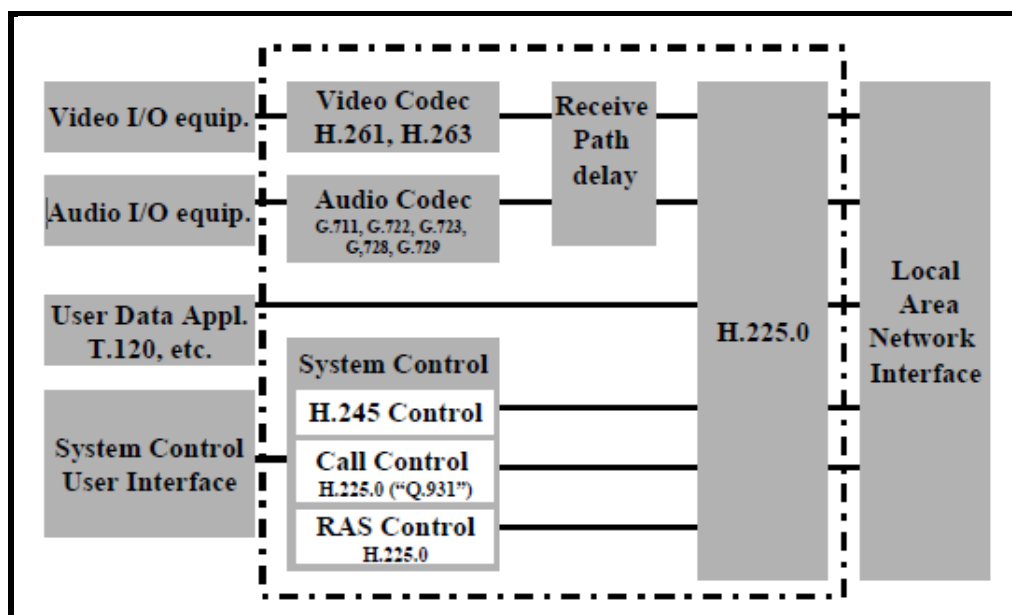


Fig. 1. 10 Estructura de Terminal H.323⁶

Gateway H.323

Proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP, otros terminales y Gateways en la red conmutada. Se conectan directamente con los terminales H.323 o bien con otros Gateways o terminales en otras redes y realizan las funciones de adaptación entre flujos de información así como entre los protocolos de control de ambos entornos.

La recomendación H.323 incluye los terminales compatibles con las recomendaciones: H.310, H.320 (B-RDSI), H.320 (RDSI), H.321 (ATM), H.322 (isoEthernet), H.324 (GSTN), H.324M (Redes Móviles), and V.70 (DSVD). La pasarela debe constar al menos de dos interfaces, realizando las funciones de adaptación y convergencia entre ambos interfaces.

Unidad de Control Multipunto (MCU)

Es el elemento funcional de la red que permite soportar comunicaciones multipunto, bajo la recomendación H.323, llevando la negociación entre terminales para

⁶<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>

determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

Contiene un Controlador Multipunto que gestiona la señalización y puede tener opcionalmente Procesadores Multipunto para gestionar la mezcla, conmutación y procesamiento de audio, video y/o flujo de datos para los participantes en una conferencia multipunto.

Gatekeeper H.323

El gatekeeper es un elemento de la red H.323 que proporciona servicios al resto de elementos que componen la red (terminales H.323, gateways y MCUs), entre los servicios que puede ofrecer están: traslación de direcciones, autorización de llamadas, control de admisión, control de zonas, gestión de ancho de banda, gestión de llamadas, reserva de ancho de banda, servicios de directorio, etc.

El gatekeeper proporciona todas las funciones antes mencionadas para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada zona de control H.323. Además de las funciones antes descritas el gatekeeper realiza los siguientes servicios de control:

- Control de admisiones: El gatekeeper puede rechazar aquellas llamadas procedentes de un terminal por ausencia de autorización a terminales o Gateways particulares de acceso restringido o en determinadas franjas horarias.
- Control y gestión de ancho de banda:⁷ Es responsabilidad principal del Gatekeeper mantener un control de todo el tráfico generado por las diversas comunicaciones, a efectos de mantener un nivel aceptable de saturación de la red. El control del ancho de banda permite al administrador fijar un límite de utilización, por encima del cual se rechazan las llamadas bien sean internas o externas.

⁷ JOSÉ DAMIÁN CABEZAS POZO , “Sistemas de Telefonía “, Editorial Thompson Paraninfo

- Gestión de la Zona: Lleva a cabo el registro y admisión de los terminales gateways de la zona.

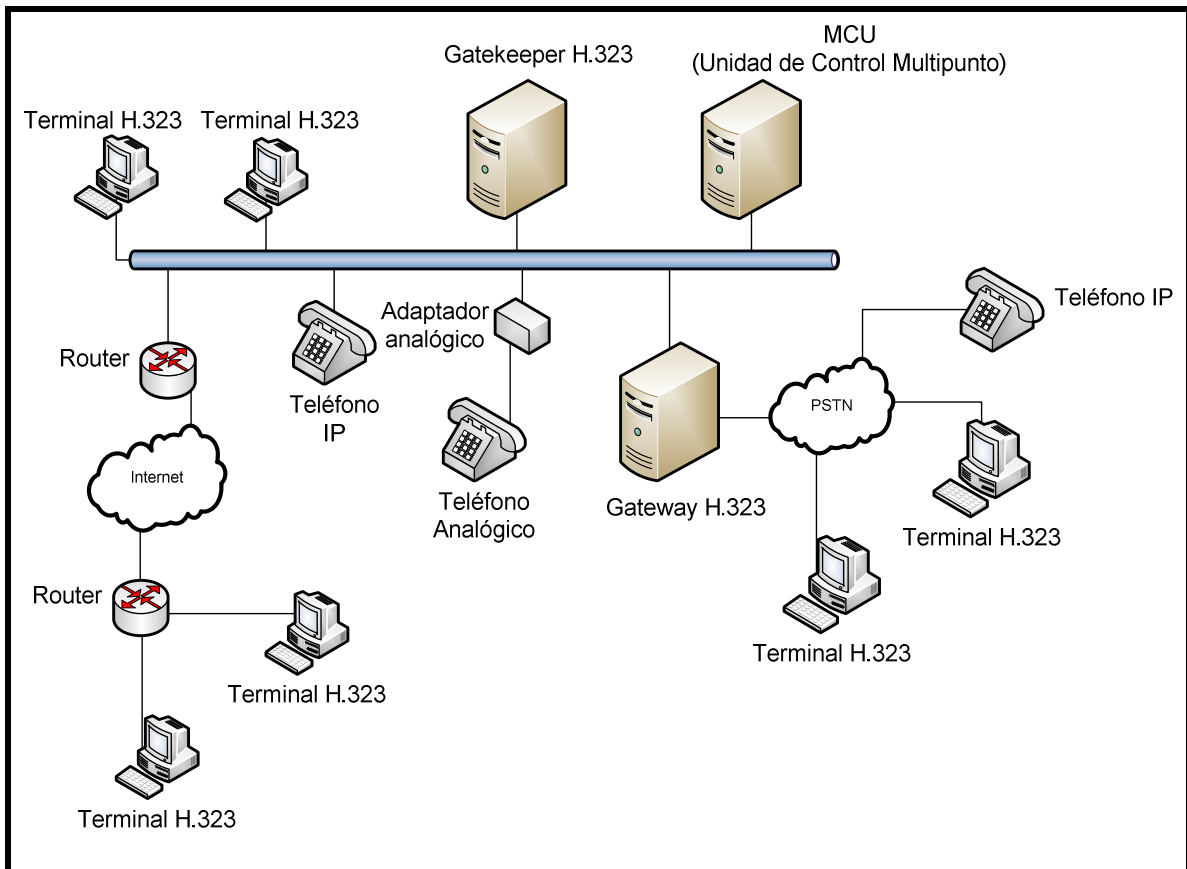


Fig. 1. 11 Interconexión de terminales a la red IP⁸

Fases de establecimiento en una llamada H.323

En la Figura 1.12 se detalla la forma en que es establecida la llamada, cuyo esquema se explicara detalladamente.

- Establecimiento
 1. Usando el protocolo RAS uno de los terminales es registrado en el Gatekeeper con los mensajes ARQ y ACF.
 2. Posteriormente, utilizando el protocolo H.225 se envía un mensaje de SETUP para iniciar una llamada H.323. La información que el mensaje

⁸ JOSÉ DAMIÁN CABEZAS POZO , "Sistemas de Telefonía ", Editorial Thompson Paraninfo

lleva consigo es: la dirección IP, puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado.

3. El terminal de destino responde a esta petición con un CALL PROCEEDING advirtiendo el intento de establecer una llamada.
 4. En este momento el segundo terminal se registra con el Gatekeeper usando el protocolo RAS de manera similar al primer terminal.
 5. El mensaje ALERTING indica la fase de generación de tono.
 6. Al final CONNECT indica el comienzo de la comunicación.
- Señalización de Control
 - Se abre una negociación mediante el protocolo H.245, el intercambio de mensajes entre ambos terminales determinará quien hará la función de máster y quien la de esclavo, las capacidades de los participantes y códecs de audio y video a utilizarse. Como punto final de esta negociación se abre el canal de comunicación (direcciones IP y puertos).
 - Los principales puertos que se usan en esta etapa son: Terminal Capability Set (TCS). Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada Open Logical Channel (OLC). Mensaje que permite abrir el canal lógico de información, involucra información para permitir la recepción y codificación de los datos.
 - Audio

Los terminales inician la comunicación y el intercambio de audio (o video) mediante el protocolo RTP/RTCP⁹
 - Desconexión

Cualquiera de los participantes de la comunicación (terminales) puede iniciar el proceso de finalización de la llamada mediante mensajes Close Logical Channel y End Session Comand de H.245

⁹RTCP es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP).

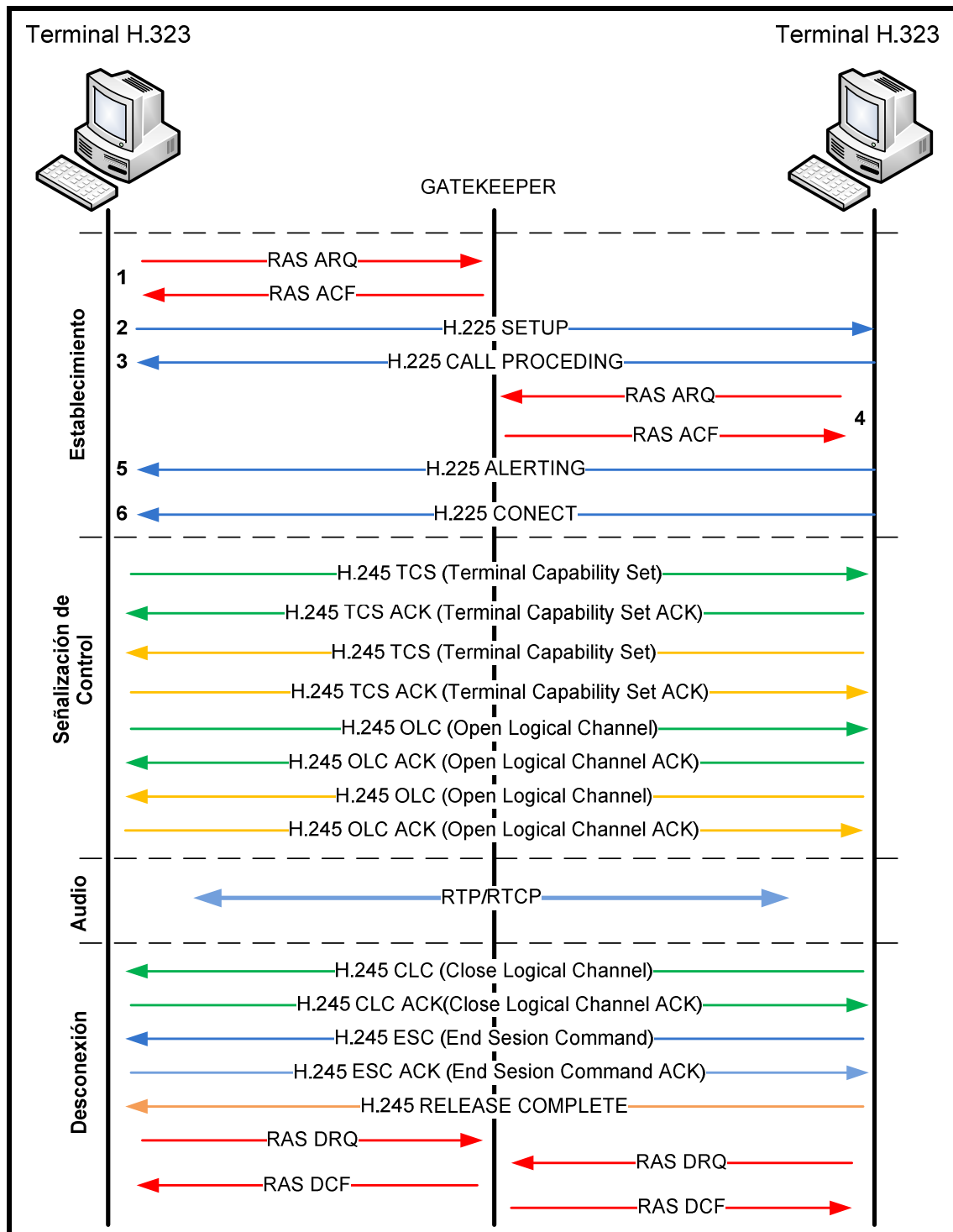


Fig. 1. 12 Establecimiento de una llamada H.323 ¹⁰

¹⁰<http://www.voipforo.com/H323/H323senalizacion.php>

1.2.2.4.2 SIP (*Session Initiation Protocol – Protocolo de Inicio de Sesiones*)

Protocolo de señalización para la gestión, creación y mantenimiento de sesiones multimedia sobre IP, soportando la movilidad de los usuarios, fue desarrollado por la IETF¹¹ dentro de un grupo de trabajo denominado Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC), el que define una arquitectura de señalización y control para VoIP.

El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia, la que es posible gracias a dos protocolos RTCP/TCP y SDP.

El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real (igual que para el protocolo H.323), mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.

SIP es un protocolo de señalización extremo a extremo; es decir que una llamada de voz puede ser realizada sin la intervención de equipos intermedios, lo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales (salvo el enrutamiento de los mensajes SIP). La sintaxis de su funcionamiento se asemeja a las de HTTP y SMTP que son protocolos utilizados en los servicios de páginas web y de distribución de e-mails respectivamente. La similitud con éstos es de suponerse ya que SIP fue diseñado para que la telefonía se vuelva un servicio más de internet.

SIP es un protocolo basado en el modelo cliente-servidor. Los clientes SIP envían peticiones a un servidor, el que luego de procesarlas contesta con una respuesta. Cada uno de los terminales puede generar tanto peticiones como respuestas al estar formado por el denominado Agente de usuario cliente (UAC¹²) y el Agente de usuario servidor (UAS¹³). La arquitectura SIP define cuatro tipos de servidores:

¹¹IETF (Internet Engineering Task Force - Grupo de Tareas de Ingeniería de Internet). Organización de técnicos que administran tareas de ingeniería de telecomunicaciones, principalmente de Internet.

¹²Agente de Usuario Cliente (UAC) una aplicación cliente que inicia solicitudes SIP hacia la red IP.

¹³Agente de Usuario Servidor (UAS) una aplicación que al recibir una solicitud SIP de la red IP se pone en contacto con el usuario y devuelve la respuesta que este desee.

- **Servidor Proxy.** Se encarga de encaminar peticiones y respuestas hacia el destino final. Es una entidad intermedia que actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios. Su funcionamiento es similar al de un proxy HTTP que tiene la tarea de encaminar las peticiones que recibe de otras entidades más próximas al destinatario.
- **Servidor de Redirección.** Es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.
- **Servidor de Registro.** Mantienen la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran. Este servidor facilita la movilidad de usuarios, al actualizar dinámicamente la misma.
- **Agente de Llamada.** Realiza las funciones de los tres servidores anteriores, además de poder realizar las siguientes acciones:
 - Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias localizaciones.
 - Implementar servicios de redirección como renvío si está ocupado, renvío si no contesta, etc.
 - Implementar filtrado de llamada en función del origen o del instante de la llamada.
 - Almacenar información de administración de llamadas.

En la Figura 1.13 observamos los diferentes componentes del protocolo SIP, su estructura y el establecimiento de la comunicación entre cada uno de los servidores que conforman este protocolo.

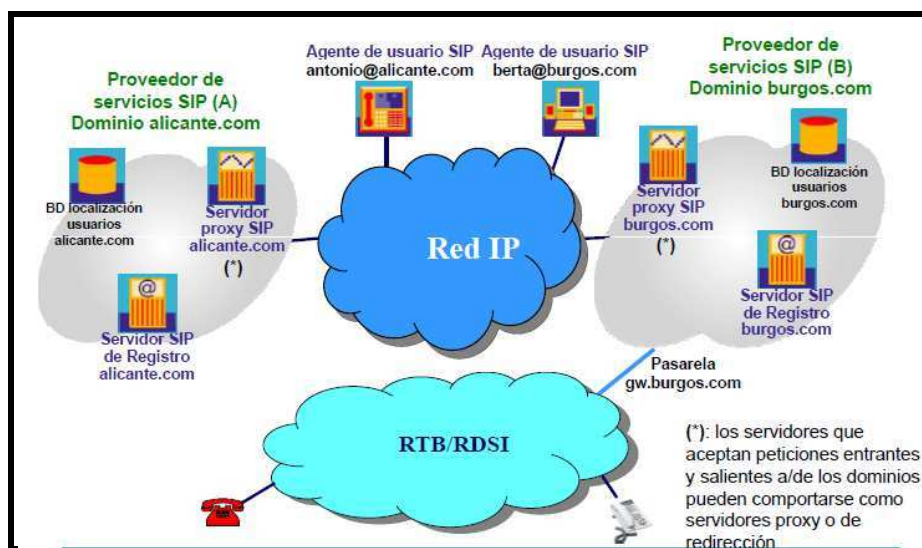


Fig. 1. 13 Arquitectura y componentes de protocolo SIP¹⁴

Mensajes SIP

SIP utiliza un procedimiento parecido al que usa HTTP. Los UAC realizan las peticiones mientras que los UAS retornan respuestas de peticiones de los clientes. SIP define la comunicación a través de dos tipos de mensajes. Las solicitudes y las respuestas emplean el formato de mensaje genérico establecido en el RFC¹⁵ 2822.

Peticiones (métodos) SIP

RFC 3261 define seis tipos de peticiones:

- REGISTER: Registrar información de contacto (localización actual).
- INVITE, ACK y CANCEL: Establecimiento de sesiones.
- BYE: Terminar sesiones.
- OPTIONS: Preguntar a servidores por sus capacidades.

¹⁴http://asignaturas.diatel.upm.es/rsss1/documentacion_archivos/TEORIA%20ACTUAL/VoIPCurso2010-2011-Completo.pdf

¹⁵RFC (Request For Comment - Petición de Comentarios). Documentos que se iniciaron en 1967 que describen los protocolos de internet.

Sin embargo, existen numerosas extensiones a SIP, los cuales definen otros tipos de métodos que se encuentran publicados en otros RFCs, como los métodos INFO, SUSCRIBE, NOTIFY, MESSAGE, REFER, etc.

Respuestas (códigos de estado) SIP

Cada respuesta tiene un código de tres dígitos y una descripción textual.

Ejemplos: “180 Ringing”, “200 OK”, “302 Moved Temporarily”, “480 Temporarily Unavailable”, “486 Busy Here”

El primer dígito indica el tipo de respuesta:

- 1xx: Provisional (no termina la transacción).
- 2xx: Éxito.
- 3xx: Redirección (indica al cliente cómo continuar con la petición, ej. reenviándola a otro sitio).
- 4xx: Error en el cliente (ej. Sintaxis incorrecta, imposibilidad de completar la petición por parte del servidor si no se modifica).
- 5xx: Error en el servidor (no pudo completar una petición aparentemente válida).
- 6xx: Fallo global (la petición no se puede completar en ningún servidor).

Direcciones SIP

Las direcciones de señalización SIP se denominan SIP URI (Uniform Resource Indicator – Identificador Uniforme de Recurso. Éstas poseen una sintaxis similar a la de las direcciones de e-mail conformada de un usuario y un dominio delimitado por una @, como por ejemplo:

- ✓ usuario@dominio, donde dominio es un nombre de dominio completo.
- ✓ usuario@equipo, donde equipo es el nombre de la máquina.
- ✓ usuario@direccion_ip, donde dirección_ip es la dirección IP del dispositivo.
- ✓ número:teléfono@gateway, donde gateway permite acceder al número de teléfono a través de la red telefónica pública.

Establecimiento de una llamada SIP

Para la explicación del establecimiento de la llamada nos basaremos en la Figura. 1.14

- Establecimiento
 1. La conexión se realiza entre el *usuario1* con dirección IP 172.16.10.1 y *usuario2* con dirección IP 172.16.1.2 mediante el envío de una petición *INVITE Request* en la cual el usuario1 indica al usuario2 las capacidades de recepción de audio (codificación ley μ)¹⁶ y el puerto donde espera recibir dicho audio (para nuestro ejemplo puerto 12345).
 2. Al recibir la petición, el usuario2 puede inmediatamente establecer el canal de voz y enviar la aceptación de conexión mediante el envío de *OK Response*, en la cual incluye la información complementaria para el establecimiento del canal opuesto (codificación GSM), a través del puerto 54321 en nuestro ejemplo para el usuario2.
- Desconexión

Tras el intercambio de señal de audio, cualquiera de los participantes puede finalizar la llamada mediante el envío de mensaje *BYE Request* que debe ser asentido mediante un mensaje de confirmación (OK).

¹⁶ Codificación ley μ (μ law) una de las leyes de compresión de segmentos, utilizada en los sistemas PCM americanos.

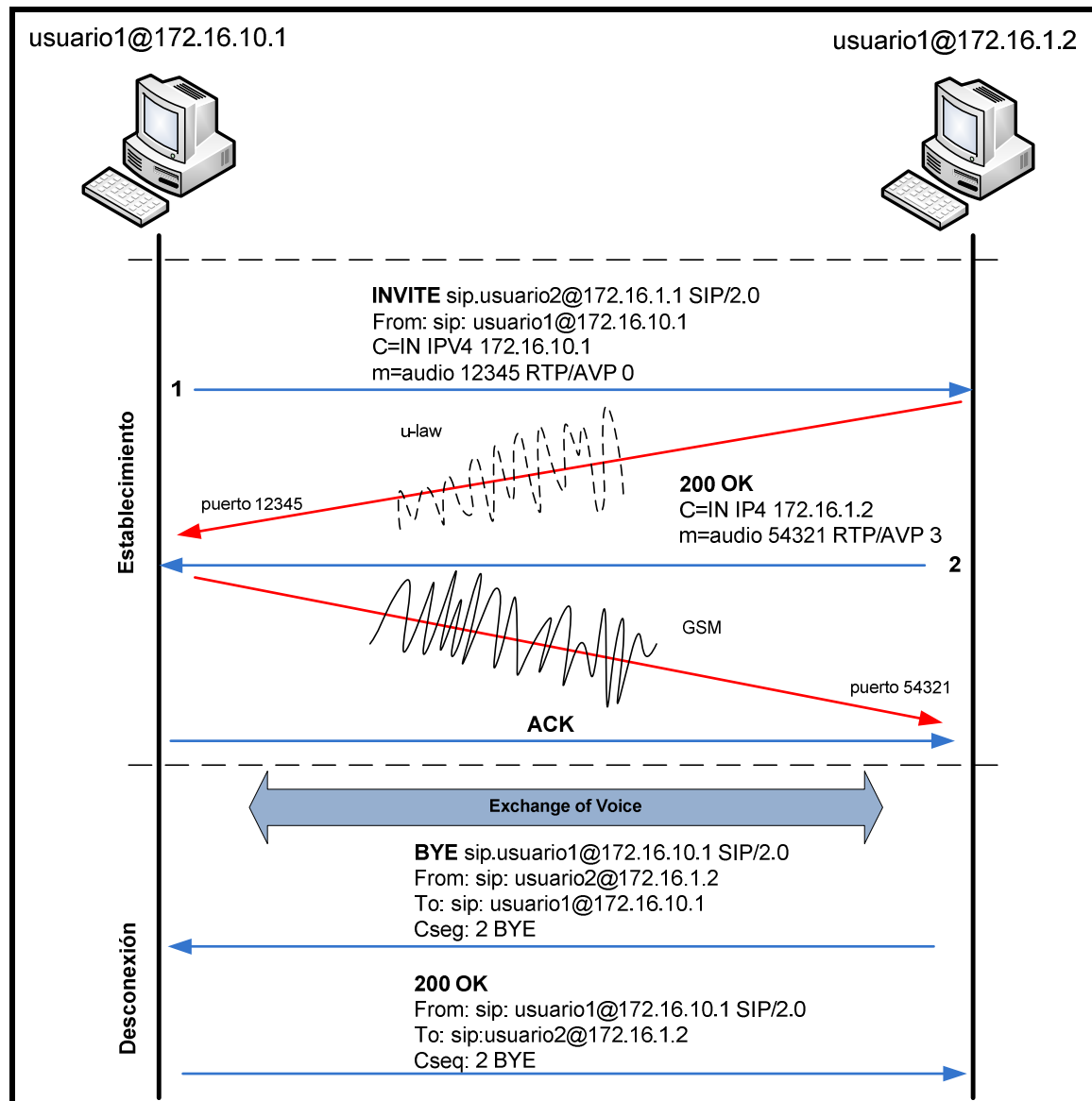


Fig. 1. 14 Establecimiento de una llamada SIP ¹⁷

Los mensajes SIP son codificados utilizando la sintaxis de mensajes definidos en HTTP/1.1 y el contenido de cada mensaje sigue las recomendaciones del protocolo de descripción de sesiones (SDP¹⁸), ampliamente utilizado en el contexto de MBONE para distribuir la información de sesiones.

¹⁷http://asignaturas.diatel.upm.es/rsss1/documentacion_archivos/TEORIA%20ACTUAL/VoIPCurso2010-2011-Completo.pdf

¹⁸SDP(Session Description Protocol) se utiliza para describir sesiones multicast en tiempo real, siendo útil para invitaciones, anuncios, y cualquier otra forma de inicio de sesiones.

1.2.2.4.3 IAX2 (Inter-Asterisk eXchange)

IAX fue diseñado como un protocolo de conexión VoIP entre servidores Asterisk. Es un protocolo diseñado y pensado para su uso en conexiones de VoIP aunque puede soportar otro tipo de conexiones (por ejemplo video). Esta es su segunda versión y puede ser usada como una alternativa para H.323, SIP, etc.

Entre los principales objetivos de IAX está minimizar el ancho de banda usado en las transmisiones de control y multimedia de VoIP, evitar problemas de NAT¹⁹ (Network Address Translation – Traducción de Dirección de Red).

IAX es un protocolo binario, a diferencia de SIP que es un protocolo de texto con mensajes de comunicación sencillos. Esto es una ventaja desde el punto de vista de consumo de ancho de banda puesto que en binario se desperdician menos bytes.

Para poder evitar los problemas de NAT usa como protocolo de transporte UDP usando el puerto 4569, en donde la señalización y los datos viajan conjuntamente (a diferencia de SIP) y por lo tanto lo hace menos propenso a problemas de NAT, pudiendo hacer que el paso a través de routers y firewalls sea más sencillo.

Mensajes IAX

Los mensajes que se implantan en una llamada IP se estudian en cada una de las fases del establecimiento de la comunicación entre ambas terminales, siendo estas fases: establecimiento de la llamada, flujo de datos o flujo de audio y liberación de la llamada. (Figura. 1.15)

➤ **Establecimiento de la llamada**

El terminal A es el que inicia la conexión y manda un mensaje *NEW*. El terminal B responde con un *ACCEPT* y el llamante responde a su vez con un *ACK*, a

¹⁹NAT (Network Address Translation) es un mecanismo utilizado por enrutadores IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles.

continuación el terminal llamado envía las señales de *RINGING* y el llamante contesta con un *ACK* para confirmar la recepción del mensaje. Al final, el llamado acepta la llamada con un *ANSWER* y el llamante confirma ese mensaje.

➤ **Flujo de Datos o Flujo de audio**

Se envían tramas **M** (Mini) y **F** (Full) en ambos sentidos que contienen la información vocal y de sincronización. Las tramas M son mini tramas que contienen sólo una cabecera de 4 bytes, mientras que las tramas F son tramas completas que incluyen información de sincronización. Una conversación está conformada en su mayoría por tramas M y de vez en cuando se intercambian tramas F con la finalidad de mantener sincronizados a ambos puntos de la conversación.

➤ **Liberación de la llamada**

La liberación es sencilla con tan sólo el envío de un mensaje *HANGUP* y la respuesta al mismo.

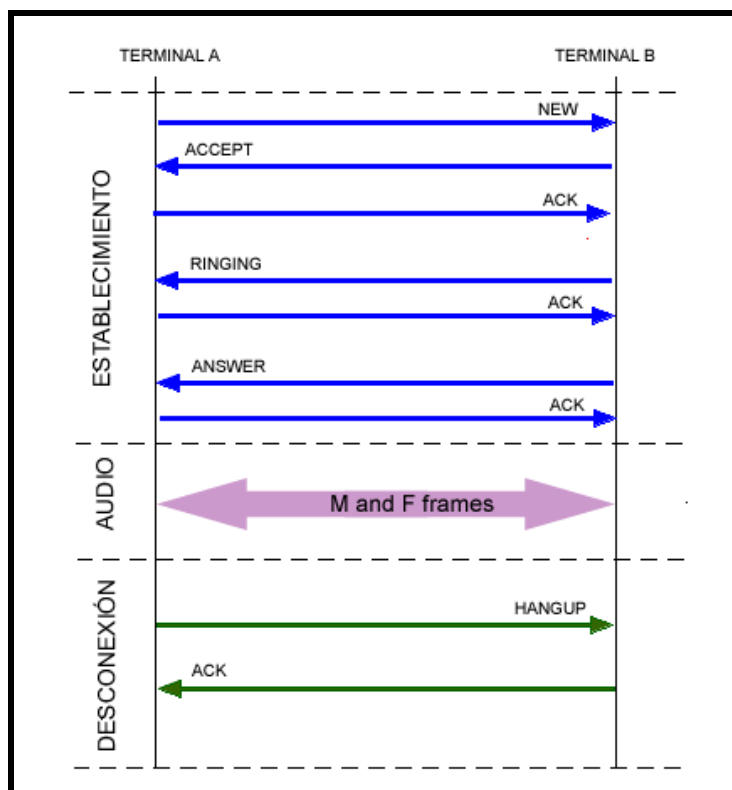


Fig. 1. 15 Establecimiento de una llamada IAX ²⁰

1.2.2.5 Protocolos de Transporte

1.2.2.5.1 RTP (Real-Time Transport Protocol –Protocolo de Transporte de Tiempo Real)

Es un protocolo que está orientado a la transmisión en tiempo real a través de internet. Funciona sobre UDP (User Datagram Protocol – Protocolo de Datagrama de Usuario), no utiliza un puerto específico para la transmisión.

Ya que este protocolo utiliza UDP como mecanismo de transporte en lugar de TCP involucra un menor tiempo de retardo, tomando en cuenta que el tráfico de voz en la actualidad, sin importar que sean datos o señalización, toleran menos niveles de pérdida y no tienen facilidad de retransmisión, el uso de UDP es primordial en el manejo de transmisiones en tiempo real como VoIP, en UDP se cambia confiabilidad por velocidad.

²⁰<http://www.voipforo.com/IAX/IAX-ejemplo-mensajes.php>

RTP no posee un mecanismo de control de congestión incorporado como TCP, tampoco garantiza el control de los tiempos de transmisión o la continuidad de flujo en tiempo real, es decir en RTP el equipo emisor envía la voz o video hacia el otro extremo con la expectativa de que llegue. RTP funciona extremo a extremo por lo que no reserva ningún recurso en la red, pues no se efectúa ninguna acción en los enrutadores.

Por otro lado el encabezamiento de RTP contiene varios ítems de información para la sincronización y restitución de la señal en el receptor, tales como: indicación de tiempo, índices de tren y secuencias, fuentes que contribuyen, etc.

Los problemas que se pueden originar por calidad de servicio pueden ser resueltos utilizando otros mecanismos, como el marcado de paquetes o independientemente en cada nodo de la red.

1.2.2.5.2 RTCP (*Real-Time Control Protocol – Protocolo de Control en Tiempo Real*)

Se basa en la periódica transmisión de los paquetes de control a todos los participantes de una sesión, son transmitidos conjuntamente con los paquetes RTP.

Entre las principales características que posee este protocolo están:

- Es una de las herramientas de las que hace uso RTP para poder realizar transmisiones en tiempo real, que proporciona un feedback acerca de la calidad de distribución y la congestión.
- Sincroniza audio y video, además conoce el número de usuarios que se encuentran activos en una sesión con lo cual calcula la tasa de transferencia de los paquetes enviados.
- Permite completar a RTP facilitando la comunicación entre extremos para intercambiar datos y monitorear de esta manera la calidad de servicio y obtener también información de los participantes de la sesión.

Cada paquete RTCP únicamente contiene información necesaria para el control de transporte y no transporta ningún contenido. Compuesta por un encabezamiento

similar al de RTP que transporta el contenido, seguido de otros elementos que dependen del tipo de paquete RTCP pudiendo ser los siguientes:

TIPO DE PAQUETE RTCP	FUNCIÓN
SR (Informe de emisor)	Conjunto de estadísticas de transmisión y recepción que proviene de participantes que son emisores activos.
RR (Informe de receptor)	Conjunto de estadísticas que proviene de participantes que son sólo receptores.
SDES (Descripción de fuente)	Los paquetes de descripción de fuente están compuestos de varios elementos, incluido el CNAME, constituyen la “tarjeta de visita” de la fuente.
BYE (Mensaje de fin)	Indica que termino la sesión
APP	Funciones específicas de una determinada aplicación.

Tabla 1. 1 Tipo de paquetes RTCP

Los paquetes SR y RR pueden contener, ninguno, uno o varios bloques de información que son útiles para el receptor. La evaluación de la calidad de recepción no es útil únicamente para el emisor, sino también para el receptor y cualquier supervisor de la red. El emisor puede modificar el envío de información de acuerdo a la información que recibe, mientras que el receptor puede concluir si las dificultades de recepción que observa pueden ser de origen local, regional o más amplio. El supervisor recibirá solamente los paquetes RTCP, con lo cual podrá evaluar la calidad de funcionamiento de la red.

1.2.2.6 Códecs

En redes VoIP los códecs son utilizados para poder convertir una señal analógica a digital y poder permitir así transmitir dichas señales a través de la red, la señal analógica es convertida en formato digital mediante un Codificador – Decodificador (CODEC).

A continuación se muestra una tabla en la que se resumen los códecs más usados:

CÓDECC	DESCRIPCIÓN	BIT RATE (Kbps)	OBSERVACIONES
ITU G.711	PCM (Pulse Code Modulation – Modulación por Codificación de Pulsos).	64	Tiene dos versiones μ -law (EE.UU, Japón) y a-law (Europa) para muestrear la señal
ITU G.723.1	Códec de voz de doble velocidad para transmisión en comunicaciones multimedia.	5.3, 6.3	Códec de alta calidad y compresión elevada. Requiere de una licencia para usarse.
ITU G.726	ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation – Modulación por Codificación de Pulsos Diferencial Adaptativo).	16, 24, 32 y 40	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.
ITU G.727	Variable Rate ADPCM (ADPCM de Tasa Variable).	16 – 40	ADPCM. Relacionada con G.726.
ITU G.729A	Codificación de la voz a 8kbts/seg. mediante predicción lineal.	8	Bajo retardo (15 ms).
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles, es un estándar de segunda generación.	13	Usado por la tecnología celular GSM.
ILBC	Internet Low Bitrate Codec (Códec de baja tasa de bits).	13.33 y 15.22	Calidad básica superior a la de G.729, alta robustez a la pérdida de paquetes.
SPEEX	CELP (Coded Excited Linear Prediction – Predicción Lineal Exitada por Código)	2 – 44	Sirve para comprimir voz desde 2 a 44 kbps, puede ser adquirido con la licencia BSD bajo la variante Xiph.org.

Tabla 1. 2 Códecs utilizados en VoIP²¹

1.2.2.6.1 G.711²²

Tiene dos variantes la ley μ (μ -law) y la ley A (a-law). De los múltiples códecs de audio que pueden implementar los terminales H.323, este es el único obligatorio. Usa modulación por pulsos codificados (PCM) para conseguir tasas de bits de 56Kbps y 64Kbps. Es muy conveniente cuando la comunicación es realizada a través de una red LAN.

El uso de G.711 ofrece la mejor calidad ya que no realiza el proceso de compresión en la codificación lo que haría que la calidad de la llamada sea similar a la que

²¹<http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>

²²<http://www.voipforo.com/codec/codecs.php#g711>

obtenemos al realizar una llamada con un teléfono analógico. Esto se comprueba con la medida del MOS (Mean Opinion Score), la cual es una medida referente a la calidad del habla humana en sistemas de VoIP, estipula la claridad de una transmisión de voz de principio a fin, asignando una nota en una escala de 0 a 5, se calcula tomando el promedio numérico entre puntajes dados por un jurado utilizándolo como un indicador para medir la calidad de un sistema. Para G.711 el MOS es de 4,2.²³

1.2.2.6.2 G.726²⁴

Es un códec que desplazo al G.721. Es uno de los primeros códecs que utilizaron compresión ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), pudiendo operar a diferentes tasas de transferencia (16 Kbps, 24 Kbps, 32 Kbps y 40 Kbps). No envía el valor cuantizado sino la diferencia entre la muestra previa y la actual.

La calidad de voz es similar a G.711 pero a diferencia de éste únicamente utiliza la mitad del ancho de banda, su MOS es de 4.²⁵

1.2.2.6.3 G.723.1

Se utiliza en VoIP por sus requisitos de poco ancho de banda ya que fue diseñado para una comunicación de baja velocidad de transferencia. Este códec es una versión diferente al G.723 que es una versión que quedó obsoleta de ADPCM.

G.723.1 es un códec de audio necesario en las recomendaciones de la UIT para los terminales H.324. Actualmente su uso es restringido y se requiere de una licencia para su uso. Su MOS es de 3,9.

1.2.2.6.4 G.729A

G.729A es una simplificación de G.729 que es su códec original y presenta una gran calidad de voz a muy reducido ancho de banda (8kbps) pero también existen versiones de 6.4 Kbps contemplado en su anexo D y 11.24 Kbps en su anexo E.

²³ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/158/5/Capitulo%204.pdf>

²⁴ Tesis: REYES AUGUSTO, EPN, Mayo 2010

²⁵ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/158/5/Capitulo%204.pdf>

Utiliza CS-ACELP (Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear Prediction). Al igual que G723.1 requiere de una licencia para poder ser usado; sin embargo ya que es soportado por muchos teléfonos y sistemas es de uso muy frecuente dentro de las aplicaciones de VoIP.

Requiere un gran esfuerzo en procesamiento, lo cual puede ocasionar una reducción de la eficiencia del procesador y terminar en una pésima calidad de voz, incluyendo pérdida de información. Su MOS es de 4.

1.2.2.6.5 *GSM*²⁶

Es un códec muy usado cuando se conectan dos servidores remotos. No requiere de licencias lo que hace que sea el códec más usado con Asterisk y aunque se dice que su calidad de voz es menor, carga moderadamente el procesador. Su MOS es de 3,6.

1.2.2.6.6 *ILBC*

Ofrece una calidad de voz razonable en redes con pérdidas, debido a la complejidad de sus algoritmos de compresión, carga excesivamente al procesador. No se debe pagar por una licencia pero si se debe informar a GIPS (Global IP Solutions), su creador, cuando se quiera hacer uso de éste con fines comerciales. Su MOS es de 4,14.²⁷

1.2.2.6.7 *SPEEX*

Es un códec que ofrece una velocidad de transmisión variable (desde 2 Kbps hasta 44 Kbps) ajustándose automáticamente a las condiciones de red. Existen dos versiones, una de banda ancha y otra de banda estrecha, dependiendo de la red en la cual se lo utilice. Su MOS es de 4.²⁸

²⁶Tesis: ESTRADA JOSÉ , EPN, Mayo 2007

²⁷http://en.wikipedia.org/wiki/Mean_opinion_score

²⁸<http://research.nokia.com/files/FullMOSTestResultsForICASSP-2010.pdf>

1.2.2.7 Hardware usado en clientes

En esta sección se revisarán los componentes que hacen posible establecer una llamada IP, entre los que podremos ver equipos terminales (Software y Hardware), equipos de enrutamiento, interfaces analógica – digital, etc.

1.2.2.7.1 Gateway IP²⁹

Su presencia es imprescindible puesto que éste es el dispositivo encargado de interconectar las redes, por un lado la red telefónica analógica y por el otro la red de VoIP. Un Gateway IP debe poseer por un lado un interfaz LAN y por otro lado algunos de los siguientes interfaces:

- FXO (Foreign Exchange Office – Oficina remota de intercambio). Para conexión a extensiones de centralitas o a la red telefónica básica.
- FXS (Foreign Exchange Station – Estación remota de intercambio). Para conexión a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos.
- E&M (Ear & Mouth). Para conexión específica entre centrales PBXs.
- BRI (Basic Rate Interface – Interfaz de Velocidad Básica). Acceso básico RDSI (2B+D).
- PRI (Primary Rate Interface – Interfaz de Velocidad Primaria). Acceso primario RDSI (30B+D).
- E&M digital. Conexión específica a centralitas a 2 Mbps.

1.2.2.7.2 Tarjetas Analógicas

Son dispositivos para líneas o extensiones analógicas compatibles con centralitas basadas en Asterisk. En el mercado existen varios tipos de tarjetas analógicas, dentro de sus características están:

- Poseen interfaces FXO y FXS.
- Conexiones RJ-11 y RJ-45.
- Disponibles en slot PCI/PCI Express.

²⁹Tesis: REYES AUGUSTO, EPN, Mayo 2010

FXO debe poseer un equipo básico de telefonía. Un puerto con FXO se debe conectar a un dispositivo que pueda generar tono como por ejemplo una línea de la PSTN, línea de la PBX o un puerto con FXS, etc.

FXS es utilizado para poder conectarse a un dispositivo de red, un puerto con FXS debe ser conectado a un equipo que pueda detectar o recibir tono.

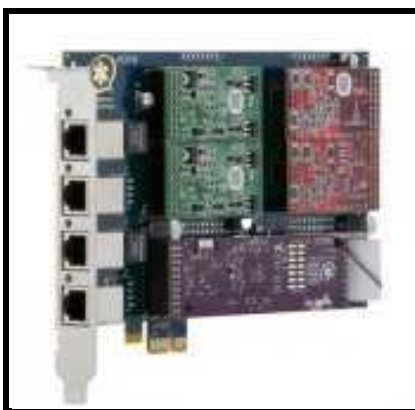


Fig. 1. 16 Tarjeta analógica FXO/FXS³⁰

1.2.2.7.3 Teléfonos VoIP con USB

Es el más común y más usado. El teléfono se conecta al PC y se corre un software VoIP permitiendo así reemplazar al teléfono. Este dispositivo reemplaza los auriculares y el micrófono y permite el discado.

El teléfono USB no funciona con la PC apagada, muchas veces se lo denomina erróneamente como teléfono IP cuando no existe posibilidad alguna de asignarle una dirección IP.

³⁰<http://tienda.servitux.es/31-analogicas-fxo-fxs>



Fig. 1. 17 Teléfono VoIP USB³¹

1.2.2.7.4 *Teléfonos IP basados en Hardware*

Tiene la apariencia de un teléfono normal y actúa como tal. Se conecta directamente a la red de datos, pueden tener uno o dos puertos RJ-45, en caso de ser uno solo, éstos tienen un mini concentrador interno lo que permite compartir la conexión de red con el computador. De esta manera no requieren de un punto adicional para el teléfono.

Cada teléfono de una red local tiene asignada una dirección IP propia, ésta puede ser asignada por un router de manera automática (DHCP) o se le puede asignar una dirección IP estática.

Normalmente soportan un único protocolo de VoIP (H.323, SIP, IAX2, etc.)

Algunos teléfonos IP permiten PoE (Power over Ethernet – Alimentación a través de Internet), una nueva tecnología que permite brindarle energía a un dispositivo a través del cable de red. Se debe tener un switch especial para alimentar por PoE, se debe tener en cuenta que el tipo de cable debe ser categoría 6.

³¹<http://voipex.blogspot.com/2006/03/telefonos-tipos-poe.html>



Fig. 1. 18 Teléfono IP³²

1.2.2.7.5 *Adaptadores IP*

Es un dispositivo electrónico que crea una conexión física entre teléfonos analógicos y la red de área local LAN, permitiendo el uso de los teléfonos convencionales en lugar de terminales IP para realizar las llamadas.

Entre los principales tipos de Adaptadores se tiene:

- *ATA(Analog Telephone Adapter)*: Es el caso más normal, tienen un conector FXS para teléfono analógico normal y envían por Voz IP a través del conector LAN, soportan SIP normalmente.
El uso de este dispositivo es relativo ya que dependerá del tipo de ATA que se utilice, en el mercado existen aquellos que permiten la conexión de más de un teléfono analógico a sus interfaces.
- *FXS to USB*: Permiten conectar un teléfono normal a un PC, enviando y recibiendo audio. Requieren de un softphone instalado para Voz IP.
- *FXO to USB*: Casi siempre relacionados con Skype, permite reenviar las llamadas recibidas por Skype por una línea normal.

³²<http://www.3cx.es/voip-sip/telefono-voip.php>



Fig. 1. 19 Adaptador Terminal Analógico Cisco ATA 186³³

1.2.2.7.6 *Softphone*

Es un software que realiza una simulación de un teléfono convencional por computadora, es decir permite utilizar el computador para realizar una llamada, hacia otro softphone o hacia un teléfono convencional.

Existen diversos tipos de softphones, los cuales dependen del protocolo que se utilice (SIP, H.323, IAX, etc.), A continuación presentaremos algunos de los que mejores características presentan.

X-Lite softphone: Puede ser usado tanto en Windows como en Linux, está basado en protocolos SIP. Combina llamadas de voz y video, también posee funcionalidades de mensajería instantánea y un amplia libreta personal de direcciones.

Posee una intuitiva interfaz para que los usuarios puedan perfectamente adaptarse al cambio de un teléfono tradicional al mundo de Voz sobre IP.

Soporta varios tipos de códec, entre los que tenemos: G.711, GSM, Ilbc, Speex, entre otros.

³³http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-62670795-cisco-ata-186-adaptador-de-telefono-analogico-ata186-il-a-_JM



Fig. 1. 20 Xlite Softphone³⁴

QuteCom softphone: Conocido anteriormente como WengoPhone, QuteCom es una versión gratuita compatible con SIP, soporta una amplia gama de códecs de VoIP, incluyendo G.729, G.711, ilbc, G.722 y Speex. Funciona tanto como softphone y como mensajero instantáneo.

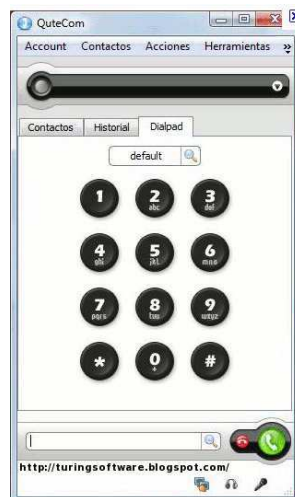


Fig. 1. 21 QuteCom Softphone³⁵

³⁴<http://tormato.ca/hojas/doc0302.htm>

³⁵http://www.google.com/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/_yvAK1ATcVTI/S6uklMMh19I

Zoiper: Soporta SIP e IAX, incluye versiones gratuitas y pagadas de su software. Multilenguaje, soporta lenguajes como: inglés, alemán, español, francés, holandés, portugués, ruso, chino, japonés, italiano, polaco, está disponible para Windows, Mac OS X y Linux,

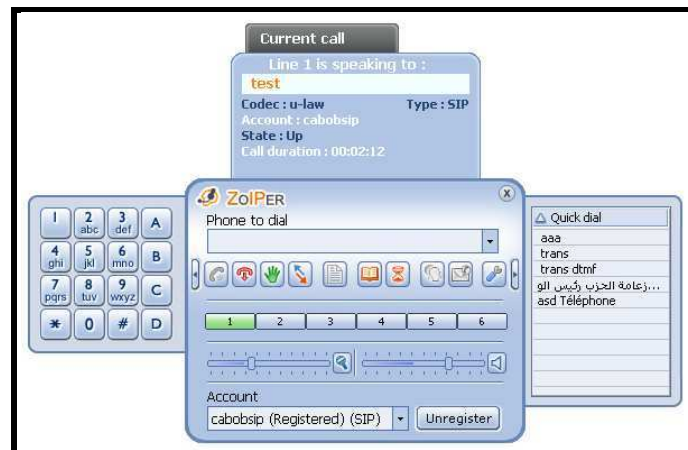


Fig. 1. 22 Zoiper Softphone³⁶

Express Talk Softphone: Permite realizar llamadas de PC a PC o de PC a cualquier proveedor de servicios SIP. Funciona como un teléfono computarizado, permite colocar llamadas en espera, ofrece compresión de datos, cancelación de eco, reducción de ruido, etc.

³⁶<http://www.mwb-voip.cl/recursos.html>



Fig. 1. 23 Express Talk Softphone³⁷

SJPhone: Permite hablar a través de internet utilizando cualquier computador, portátil, PDA, teléfonos fijos tradicionales o teléfonos móviles. Es compatible con SIP y H.323 y es totalmente interoperable con la mayoría de los proveedores de servicios de telefonía por internet, así como los fabricantes de software y hardware.



Fig. 1. 24 SJPhone³⁸

³⁷ <http://www.nch.com.au/talk/screenshots/main.jpg>

³⁸ <http://www.sinologic.net/wp-content/uploads/2007/12/sjphone-1.jpg>

1.2.3 PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE)³⁹

1.2.3.1 Concepto

Por sus siglas en inglés (PBX) es conocida también como una central telefónica privada que se encarga de encaminar las llamadas entre terminales internas de una misma organización o hacer que cursen hacia el exterior. Hace que las extensiones tengan acceso desde el exterior, desde el interior y ellas a su vez tengan acceso a otras extensiones y a una línea externa.

El carácter de privado se asume el momento en que una organización requiere manejar el tráfico interno de voz de manera autónoma. En una PBX los usuarios de la misma pueden comunicarse entre sí dentro de la misma organización, únicamente marcando el número de extensión, que es asignado por la PBX, de igual manera cada una de los usuarios pueden establecer una comunicación con el sistema telefónico público por lo que también se estaría hablando de telefonía IP a mas de VoIP.

La nueva tendencia de los fabricantes de PBX apunta a la posibilidad de transmitir la voz sobre redes de datos de ahí el nombre IPBX. La reducción de costos al manejar una única infraestructura no es la única ventaja, sino también la posibilidad de generar nuevos servicios de valor añadido debido a la integración de servicios.

1.2.3.2 Funciones de una PBX⁴⁰

Algunas de las funciones que están disponibles en una PBX son:

- Transferencia de llamadas.
- Conocer el estado de las extensiones y proveer información de estadísticas de llamada.
- Mantener la conexión durante el tiempo que los usuarios lo requieran.
- Sistema de llamada en espera: Hace que si alguien llama a una extensión ocupada, el sistema haga esperar al llamante hasta que la extensión quede libre.

³⁹<http://www.3cx.es/voip-sip/sistema-telefonico-pbx.php>

⁴⁰<http://www.pablin.com.ar/electron/info/phreak/pbx.htm>

- Desviar llamadas a petición de los usuarios, en caso de no encontrarse en el lugar que se encuentra la terminal.
- Transferencia de llamada a otra extensión para que sea atendida.
- Conferencias, que permite que llamadas del exterior lleguen a hablar con varias extensiones a la vez.
- Parqueo de llamadas permite a una persona colocar una llamada en espera y poder continuar con la conexión en otra extensión.
- Follow-me listado de números a los que las llamadas son redireccionadas en caso que una extensión no conteste.
- Buzón de voz, almacenamiento de mensajes de voz.
- Sistema de contraseñas.
- Listas negras que impiden el ingreso de una llamada a determinados números.
- Mensajería SMS, envío de mensajes cortos.

1.2.4 CALIDAD DE SERVICIO

Los principales problemas en cuanto a la calidad de servicio (QoS) en una red VoIP están dados por la latencia, jitter, pérdida de paquetes y el eco.

Éstos se presentan en general son dos factores:

- Internet se basa en la conmutación de paquetes y por lo tanto la información que es enviada no siempre viaja por el mismo camino, produciendo la pérdida de paquetes o jitter.
- Las comunicaciones de voz se realizan en tiempo real lo que produce efectos como el eco, pérdida de paquetes, latencia y jitter; siendo muy molestos el momento de establecer la comunicación debiendo ser evitados para poder ofrecer una buena calidad de servicio.

1.2.4.1 Jitter

El jitter se define como la variación en el tiempo de llegada de los paquetes, causada por la congestión de la red.

La solución a este problema es la implementación del “búfer jitter”, que consiste en asignar una cola o almacén para ir recibiendo cada paquete e ir sirviéndolos con un pequeño retraso. Si un paquete no se encuentra en el búfer cuando sea necesario se descarta. Un aumento del búfer implica menos pérdida de paquetes pero más retraso y viceversa, ver Figura 1.25.

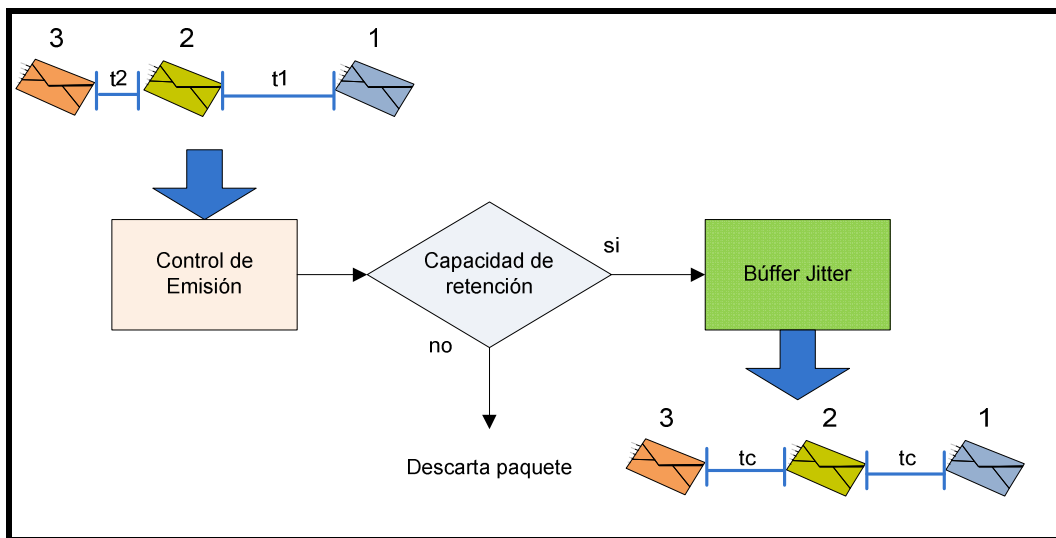


Fig. 1. 25 Implementación de Buffer Jitter

1.2.4.2 Latencia

Se define como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde el origen al destino. Al igual que el jitter es un efecto que se ocasiona en enlaces lentos o congestionados.

No existe una solución que pueda ser implementada directamente, ya que esto depende de los equipos por los que atraviesan los paquetes; es decir, depende de la misma red. Se puede reservar un ancho de banda desde el origen al destino o señalar cada uno de los paquetes con valores de TOS⁴¹ para dar a entender a los equipos que se trata de tráfico en tiempo real por lo que debe ser tratados con mayor

⁴¹(Type of Service). Tipo de servicio. Se suele corresponder con un campo de 8 bits de la cabecera de los datagramas IP que identifica la prioridad relativa de un paquete sobre otro.

prioridad, sin embargo no suelen ser medidas óptimas ya que en la actualidad no se tiene control de la red. Ver Figura 1.26.

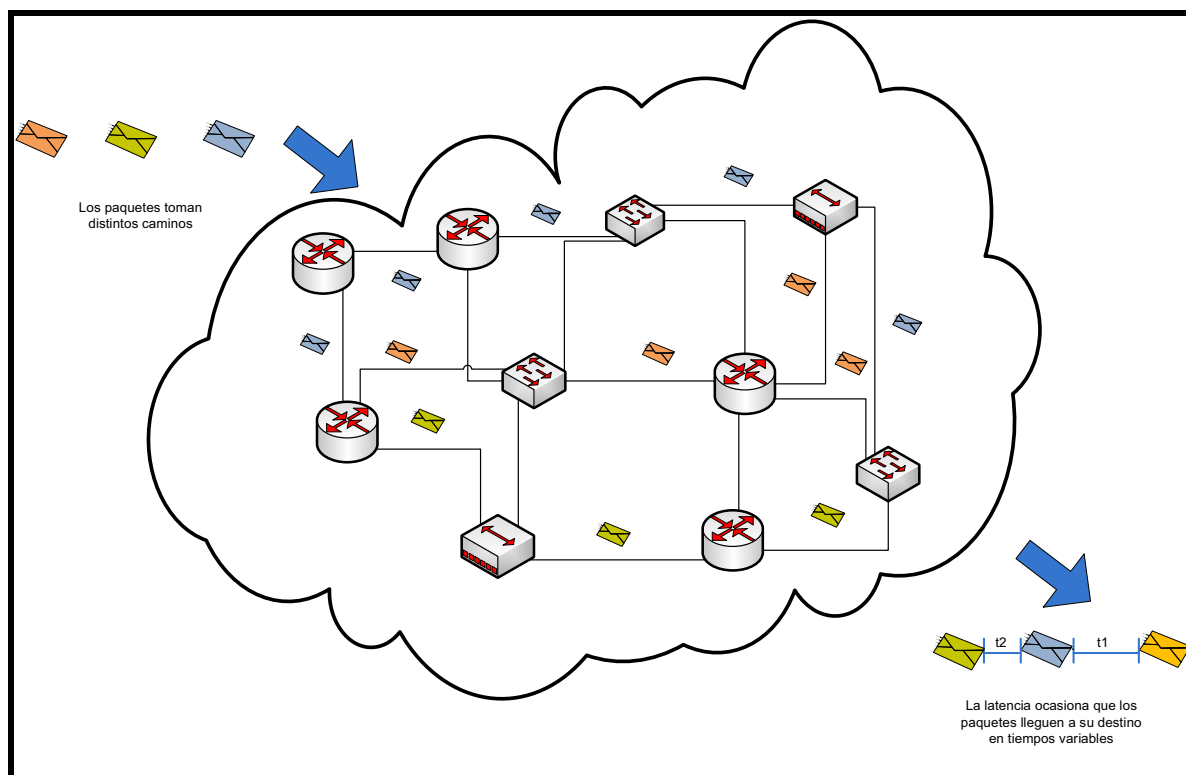


Fig. 1. 26 Efectos de la Latencia en la red IP

1.2.4.3 Eco

El eco se define como la reflexión retardada de la señal acústica original y es especialmente molesto cuando más sea el tiempo de retardo y cuanto más sea su intensidad.

Se propone dos soluciones para superar este inconveniente:

Supresores de Eco: consiste en evitar que la señal emitida sea devuelta, para esto se necesita que el canal por momentos pase de ser full-dúplex a half-dúplex de manera que si únicamente detecta comunicación en un sentido impide la comunicación en sentido contrario.

Canceladores de Eco: Este sistema permite que el emisor guarde una copia de la información de la señal que envía, de modo que si detecta en la señal de vuelta la misma información, filtra la información y suprime la misma.

1.2.4.4 Pérdida de paquetes

Debido a que la comunicación en tiempo real utiliza el protocolo UDP, es decir no está orientado a conexión se produce una pérdida de paquetes ya que éstos no son reenviados. Sin embargo, la voz es bastante predictiva y puede ser restituida de manera óptima, el problema se da cuando la pérdida de paquetes se da en ráfagas.

La solución para este tipo de redes con congestión y de baja velocidad es no transmitir los silencios, en las conversaciones se suelen tener momentos de silencio. Si solo transmitimos la información audible, esto libera bastante los enlaces y disminuye la congestión

1.2.5 ESTUDIO DE ASTERISK



Fig. 1. 27 Logo de Asterisk

1.2.5.1 Introducción

Asterisk es una aplicación bajo distribución libre que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX), puede gestionar y controlar cualquier tipo de comunicación, pudiendo ser analógica, digital o VoIP mediante todos los protocolos VoIP que implementa, de igual manera que un PBX puede realizar la conexión entre un determinado número de teléfonos para poder realizar llamadas entre sí o hacia las líneas telefónicas externas, utilizando un proveedor de servicios VoIP o bien una RDSI.

Asterisk reconoce muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Una de las ventajas más interesantes es su posibilidad como sistema híbrido,

ya que permite gestionar comunicaciones telefónicas tradicionales (analógicas, digitales, móviles, etc.) como comunicaciones IP mediante el uso de los protocolos estándar de VoIP.

1.2.5.2 Historia

Asterisk fue creado en 1999 por Mark Spencer de la empresa Digium anteriormente conocida como “Linux Support Services”, posteriormente donada a la comunidad de licencia libre tras lo cual ha recibido varios aportes y mejoras por parte de desarrolladores libres. Con el pasar del tiempo esta aplicación ha ido tomando fuerza convirtiéndose así en el mejor, más completo, avanzado y económico sistema de comunicaciones existente en la actualidad.

1.2.5.3 Panorama actual

- Asterisk se convierte en el principal producto de VoIP en todo el mundo. Cisco Systems compra la empresa Sipura para abandonar el H.323 y migrar hacia SIP.
- Asterisk soporta casi todo tipo de protocolos y códecs utilizados en VoIP.
- Panasonic, Siemens, Ericsson, etc. empiezan a plantear el futuro de la telefonía tradicional, surgen todo tipo de teléfonos y terminales IP compatibles con SIP.
- Asterisk lanza el protocolo IAX (protocolo donde NAT deja de ser un problema).
- Skype lanza al mundo la opción de poder hablar con otra persona utilizando internet.
- Lynksys – VoIP (antes Sipura) saca sus primeros productos.
- Asterisk lanza IAX2, igual de potente y consumo mucho menor.

1.2.5.4 Versiones

La versión más reciente es la 1.8 publicada en el segundo trimestre de 2010, en la cual se informa que se mantendrá la versión 1.8 como única rama a la que se irán

añadiendo las distintas correcciones y mejoras simultáneamente. Una vez finalizado el desarrollo de 1.8, se mantendrá esta rama durante 4 años únicamente para correcciones. Un año después se dará por concluida esta versión.

Entre algunas de las versiones desarrolladas están:

Versión 1.6

- Asterisk Versión 1.6.0.28.
- Asterisk Versión 1.6.1.25.
- Asterisk Versión 1.6.2.20.

Versión 1.4 Estable

- Asterisk Version 1.4.23.1.

Módulos de Digium

- DAHDI Linux Version 2.6.1.
- DAHDI Tools Version 2.6.1.
- Libpri Version 1.4.12.

Versión 1.2 y 1.0

Estas versiones se consideran paralizadas y no se continuarán manteniendo.

1.2.5.5 Aplicaciones Asterisk

Existen varias aplicaciones de acceso libre que pueden ser usadas con Asterisk, entre algunas podemos citar:

- Flash Operator Panel.
- PHP AGI.
- Web Meetme.
- Oreka.
- FreePBX.
- Areski CDR Stats.

- sipsak.
- Asterisk PhoneBook.
- OutCall.
- Asterisk-CRM.
- AsterFax - Asterisk Email to Fax Gateway.

1.2.5.6 Directorios importantes de Asterisk⁴²

/etc/asterisk. Contiene todos los archivos de configuración que manejan el funcionamiento de la central PBX.

/usr/lib/asterisk/modules. Contiene todos los módulos que Asterisk puede agregar con el fin de proporcionar mayores funcionalidades. Si se activa autoload en el archivo *modules.conf* se cargaran todos los archivos de este directorio.

/var/lib/asterisk. Aquí se guardan las claves, la música en espera y los sonidos del sistema que vienen por defecto con Asterisk.

/var/spool/asterisk. Aquí se guardan las conferencias grabadas, los textos que son leídos, los mensajes grabados en el buzón de voz, etc.

/var/run/asterisk. Donde se encuentra el archivo PID3 del Asterisk que se está ejecutando.

/var/log/asterisk. Directorio de almacenamiento de ficheros de logs del servicio.

1.2.5.7 Archivos de configuración de Asterisk

sip.conf, es el archivo donde se guarda toda la información relacionada con los canales SIP, es decir, los clientes que se podrán conectar a la central PBX.

extensions.conf, quizá el archivo más utilizado e importante ya que de éste dependerá el comportamiento de Asterisk el momento de manejar las llamadas.

⁴²<http://blog.manuelviera.es/2011/01/ficheros-de-configuracion-y-directorios-en-asterisk/>

voicemail.conf, es el archivo donde se configura el buzón de voz para cada uno de los clientes SIP.

meetme.conf, nos permite configurar salas de conferencias, es decir, podemos crear una sala donde haya varios participantes.

1.2.5.8 Plan de Marcación

El plan de marcación es considerado el corazón del sistema de telefonía y es éste el que define la forma en la que se gestionan las llamadas tanto internas como externas.

Asterisk ofrece un plan de marcación totalmente flexible y es programado en el archivo *extensions.conf*. El plan de marcación se basa en cuatro conceptos fundamentales: contextos, extensiones, prioridades y aplicaciones.

1.2.5.8.1 Contextos

Son conjuntos de extensiones que cumplen determinadas funciones que pueden interactuar entre ellos.

Una extensión de un contexto es totalmente aislada de las que existen en otros contextos a menos que desde uno se invoque a otro. Los contextos se definen con un nombre encerrado en corchetes [], el mismo que puede poseer cualquier letra o dígito. Todas las extensiones definidas dentro de un contexto pertenecen a él hasta el punto donde se define otro contexto.

Los contextos proveen seguridad, restricción de llamadas, configuraciones de grupos de llamantes.

Al inicio de la configuración existen dos contextos especiales: [general] y [global]

Contexto [general] de extensions.conf

Algunas de las opciones que podremos configurar son las siguientes:

static. Si se define como “yes” permite salvar el dialplan desde la consola de Asterisk.

autofallthrough. Si está activada esta opción, cuando una extensión haya acabado de ejecutar sus prioridades o la lógica salte a una prioridad inexistente hará que la llamada se cuelgue, señalizándola como BUSY (ocupada), CONGESTION o HANGUP dependiendo de que sea ésta la mejor opción para Asterisk.

clearglobalvars. Con cada recarga de *extensions.conf* o de *extensions.ase* recargarán las variables globales de Asterisk. Si se desactiva las variables globales permanecerán con el valor que tienen en memoria, hasta que se vuelva a reiniciar Asterisk y a recargar el *extensions.conf* . Esto puede dar un quebradero de cabeza si se usa el archivo *extensions.conf* y el *extensions.aya* que *extensions.a* siempre se carga después.

priorityjumping. Activa el salto de prioridad como respuesta, hay aplicaciones que tras su ejecución devuelve una prioridad a la que se debe saltar. Para que esto suceda debe activarse este parámetro.

Contexto [globals] de extensions.conf

En este contexto se definen las variables globales al dialplan; sin embargo, pueden establecerse también utilizando la función GLOBAL ().

1.2.5.8.2 Extensiones

Una extensión es un identificador que determina una serie de pasos (aplicaciones) que el sistema ejecutará. No define necesariamente un teléfono que tenga que timbrar.

Se puede definir dentro de un contexto las extensiones que sean necesarias. Una extensión se define de la siguiente manera:

exten => extensión,prioridad, Aplicación(Funciones)

Dar un nombre a una extensión es un concepto revolucionario de telefonía, aunque es complicado marcarlo desde un teléfono tradicional, se usa en forma frecuente desde SoftPhones.

Las extensiones definen los números a los que los usuarios puedan marcar.

1.2.5.8.3 Prioridades

Las prioridades marcan que aplicación se llamará primero. Esto implica que no importa donde las coloquemos en *extensions.conf* siempre quedarán ordenadas. Todas las extensiones deben tener una prioridad. Las líneas siguientes en el archivo de configuración no definen necesariamente cómo se ejecutan las aplicaciones, a menos que se usen las prioridades contiguas “n”.

1.2.5.8.4 Aplicaciones

Ejecutan una aplicación específica en cada canal: contestar una llamada, reproducir un audio, esperar una extensión que marque el usuario, colgar el teléfono, etc.

Cada aplicación puede tener cero o más argumentos, los que son separados por comas, similar a una función método en algún lenguaje de programación.

```
exten => 123,1,Answer()
```

```
exten => 123,2,Hangup()
```

1.2.5.9 Paquetes necesarios

- **Asterisk:** Paquete que contiene el software Asterisk puramente para telefonía IP, es la base de todo sistema de telefonía.
- **Dahdi:** Drivers de las tarjetas analógicas y digitales para conectar con la PSTN.
- **Libpri:** Librerías que permiten el funcionamiento de las tarjetas digitales (E1/T1) como extremos PRI (Primary Rate Interface).
- **Addons:** Módulos adicionales que no están estandarizados o dependen de programas licenciados.

1.2.5.10 Audio en Asterisk, reproducción y grabación

1.2.5.10.1 Reproducción

El audio en Asterisk juega un papel muy importante. En los sistemas PBX actuales es común escuchar una música en espera hasta que la llamada no llega a su destino. Además la reproducción del sonido es importante para la construcción de sistemas IVR.

Asterisk en su instalación contiene algunos sonidos que suelen servir como música de espera para buzón de voz, o para notificar fallos en la red, etc. Aun pudiendo ir más allá con mensajes personalizados.

Asterisk puede reproducir una gran variedad de códecs (GSM, G711, G729, MP3); sin embargo, siempre que sea posible se debe tratar de pasar cualquier archivo que deseemos reproducir a WAV (audio sin codificar), ya que el proceso de decodificación carga al CPU con cada reproducción.

Asterisk no soporta por defecto MP3, ésta puede ser activada compilando el paquete *addons* y activando el soporte para MP3, [Digid], o instalando el paquete de la distribución usada.

A continuación presentamos algunas aplicaciones que resultan útiles para la reproducción de un sonido:

Playback (). Reproduce un archivo de audio que esté localizado en el directorio de sonidos de Asterisk. No es necesario incluir la extensión del archivo, de hecho es recomendable no hacerlo. Asterisk reproducirá el archivo que menos coste de conversión tenga.

Una cosa a tener en cuenta es que mientras se esté reproduciendo el archivo no se admiten tonos de marcado.

Background (). Reproduce un audio al igual que Playback (), pero permite marcar mientras se escucha. En concreto, en el momento en que se comienza a marcar se deja de reproducir el sonido de audio. Puede ser útil para construir IVR.

SayDigits (). Lee las cifras que se pasan como argumento.

Ej: SayDigits(1234) lee "1", "2" . . .

SayNumber (). Lee el número que conforman todas las cifras del argumento.

Ej: SayNumber(1234) leerá mil doscientos treinta y cuatro.

SayAlpha(). Deletrea la cadena pasada como argumento, en el caso de pasar sólo números el resultado es el mismo que SayDigits ().

1.2.5.10.2 Grabación

Para la grabación no hace falta ninguna aplicación en especial, se lo puede realizar con cualquier aplicación de audio o una grabadora de sonidos. No obstante Asterisk, incorpora una serie de aplicaciones para la grabación en el sistema telefónico.

A continuación presentamos algunas aplicaciones usadas para grabación de sonidos.

Record (). La aplicación Record () graba en un archivo la voz del llamante.

Dial. La aplicación Dial con el parámetro w o W, se activa al teclear *1.

Dictate. Nos permite grabar un mensaje y escucharlo después, funciona como un dictáfono.

1.2.5.11 IVR (Impulse Voice Response)⁴³

Consiste en un pre-atendedor que reproduce mensajes pregrabados de voz donde el usuario dependiendo de las opciones presentadas va accediendo al lugar hacia el que desea tener acceso.

La automatización de determinados servicios gracias a la tecnología ayuda en el ahorro de costes y en la mejora de la eficiencia, ya que el personal gestiona principalmente tareas que generan valor añadido.

Algunas de las ventajas que ofrece el establecer un IVR son:

- Ayuda a reducir los turnos de los operadores y sus costes asociados.

⁴³<http://www.voxdata.com.ar/ivr.html>

- Incrementa las horas de servicio.
- Disminuye la tasa de llamadas perdidas.
- Proporciona una tasa de redireccionamiento mejor solucionando un mayor número de primeras llamadas.
- Mejora la flexibilidad para responder a las necesidades del cliente.

En las interfaces de voz que utiliza Asterisk intervienen diversas tecnologías, entre las más frecuentes tenemos:

Detección de tonos (DTMF).El usuario oye una voz que le da las instrucciones y pulsa el teclado del terminal para escoger entre dichas opciones. El sistema reconoce la opción dada por el usuario a partir del tono pulsado.

Reconocimiento de voz (ASR).El usuario oye una voz que le da las instrucciones y responde con la voz para escoger las opciones. El sistema reconoce lo que dice el usuario.

Síntesis de voz (TTS).La voz que oye el usuario no está pregrabada, es voz sintetizada. Útil para dar respuestas con valores variables.

Verificación de la persona que habla (SV).Es la vertiente biométrica del reconocimiento de voz que permite reconocer a la persona a través de las características de su voz.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA RED DE DATOS Y VOZ IP

2.1 DISEÑO

Es necesario para el dimensionamiento de los componentes de la red de datos y VoIP, comprender cada uno de los requerimientos que presenta la empresa

Para determinar con exactitud los requerimientos de la empresa se realizó una reunión con la Gerencia Administrativa de RINTECO, donde se establecieron cada una de las funcionalidades que se requiere, las mismas se presentan a continuación:

- ✓ Operadora automática.- Servicio que permite contestar de manera automática las llamadas, reproduciendo saludos de bienvenida, indicar opciones de ingresos a submenús, etc.
- ✓ Transferencia de llamadas.- Permitir a cualquier extensión transferir una llamada de la extensión a hacia una extensión b, digitando un código y la extensión a la que se transferirá la llamada.
- ✓ Conferencia.- Permitir a distintos usuarios del sistema conectarse a una sala de conferencias, digitando un código e ingresando a la extensión o sala de espera para poder comunicarse con los demás participantes.
- ✓ Correo de voz.- Permitir al usuario de una extensión que no atendió una llamada, escuchar mensajes dejados en su correspondiente buzón.
- ✓ Movilidad.- Permitir al usuario poder conectarse a su extensión desde cualquier parte de la red.
- ✓ Fax.- Permitir la recepción automática de faxes directamente en su equipo destinado para este propósito.
- ✓ Música en espera.- Función que permitirá al llamante escuchar cualquier archivo de sonido, como: grabaciones de los servicios que ofrece la compañía, ofertas, información, etc.
- ✓ Control de llamadas.- Restringir las llamadas mediante ingreso de contraseñas, en especial con llamadas que implican costos considerables.

- ✓ Control de acceso de las llamadas.- Permitir el ingreso de una llamada dependiendo del horario de trabajo (8:30 – 17:30).
- ✓ Crear extensiones distintivas para cada uno de los departamentos.
 - Departamento de Ventas
 - Departamento Administrativo
 - Departamento Técnico
 - Operadora
- ✓ Crear menús interactivos para que al llamante se indique cuatro menús, donde se le permita ingresar a las opciones de ventas, servicio técnico, tono para fax y operadora. Ninguna llamada puede ingresar directamente a las gerencias de cada departamento sin antes haber sido contestada por la operadora.

Para el departamento de ventas se requiere se tiene los siguientes ítems: Fluidos, cintas, repuestos, cotizaciones de equipos venta de equipos.

En el departamento técnico se requiere indicar que técnicos se encuentran disponibles o logeados a la red para poder comunicarse con sus respectivas extensiones.
- ✓ Permitir el flujo en la misma red tanto: datos como voz, de manera eficiente y con buena calidad

En base a cada uno de ellos se ha establecido los siguientes criterios para el diseño.

2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA VOZ

En este punto se hace imprescindible conocer que el tráfico de voz es más crítico de manejar, considerando el bajo ancho de banda que normalmente se tiene para el tráfico de datos, es necesario que exista un método que garantice la calidad de servicio al utilizar redes basadas en protocolos IP. Hasta hace poco tiempo el ancho de banda que se requería para poder transmitir voz y video en tiempo real era considerablemente elevado, lo que hacía que la transmisión a través de la red de datos sea imposible. En la actualidad, el mejoramiento de las tecnologías para el uso de medios de transmisión guiados, los mecanismos de compresión de datos y la

implementación de CÓDECS para la transmisión de voz y video, han hecho posible la transmisión de estas aplicaciones.

2.1.1.1 Análisis de tráfico actual

Actualmente sólo existe tráfico de datos sobre la red, puesto que al no existir una infraestructura adecuada para la transmisión de voz a través de la misma, éste no se ha convertido en un medio masivo para la comunicación, en la actualidad la empresa realiza toda clase de comunicación a través de la red pública telefónica.

Se realizó una inspección con la finalidad de tomar algunos de los datos de las llamadas realizadas y recibidas, la muestra corresponde a una semana, obteniendo los resultados de la tabla 2.1.

LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES		
Realizada	Recibida	Duración (seg.)	Realizada	Recibida	Duración (seg.)	Realizada	Recibida	Duración (seg.)	Realizada	Recibida	Duración (seg.)	Realizada	Recibida	Duración (seg.)
8:40		40	8:50		120	9:00	9:00	200	9:32	9:32	240	9:00	9:00	85
	8:45	180	8:55		215	9:18	9:18	240	9:45	9:45	185		9:15	174
9:31		210		8:57	75	9:32	9:32	38	9:57	9:57	261	10:03	10:03	310
	9:37	290		8:59	111	9:51	9:51	186		10:04	132	10:10	10:10	400
	9:40	240	9:18		85	10:00	10:00	118		10:18	136	10:18	10:18	170
9:45		280		9:27	150	10:05	10:05	246	10:45	10:45	133		10:20	240
10:00		331	10:00		180	10:15	10:15	328		10:58	96		10:29	186
	11:05	280	10:32		200	11:10	11:10	113		11:21	84	10:34	10:34	258
12:00		183		11:08	250	11:35	11:35	168	11:23	11:23	136		10:39	310
12:23		287		11:21	70	12:05	12:05	95	11:45	11:45	186	10:51	10:51	240
	12:50	220		13:00	120	13:15	13:15	87	11:50	11:50	76	11:00	11:00	180
14:32		486	14:20		200	14:20	14:20	180	12:10	12:10	118		11:18	95
	15:00	60	15:19		143	14:33	14:33	240		12:51	154	12:18	12:18	114
15:02		80	15:28		107	15:00	15:00	180		13:17	87	12:21	12:21	219
15:13		254	16:30		174	15:08	15:08	145	14:39	14:39	300	13:00	13:00	135
	15:23	200		17:15	120	15:13	15:13	174	14:50	14:50	280		14:18	189
	16:00	150		17:20	25	15:25	15:25	135	15:30	15:30	185	14:50	14:50	218
	16:15	190				15:38	15:38	140		16:28	115		15:02	89
	17:00	200				16:10	16:10	278	17:00	17:00	117	15:21	15:21	176
17:10		50				16:28	16:28	126		17:11	63	15:40	15:40	169
						17:05	17:05	80		17:18	78		16:03	130
						17:15	17:15	78				16:10	16:10	310
												16:20	16:20	281
												17:18	17:18	89

Tabla 2. 1 Flujo de llamadas registradas en una semana

Cabe recordar que la empresa tiene tres líneas telefónicas y en caso que una de ellas se encuentre ocupada, la llamada ingresa por otra de las dos líneas alternativas.

Los resultados obtenidos se tabulan en la tabla 2.2 donde se establece el número de llamadas ingresadas en periodos de una hora, e indican que el mayor número de llamadas se da entre las 10:00 y 11:00 del día viernes (hora pico), tal como se observa en la fig.2.1.

Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00 - 9:00	2	4	0	0	0
9:00 - 10:00	4	2	4	3	2
10:00 - 11:00	1	2	3	4	8
11:00 - 12:00	1	2	2	4	3
12:00 - 13:00	3	0	1	3	2
13:00 - 14:00	0	1	1	1	1
14:00 - 15:00	2	2	3	2	2
15:00 - 16:00	4	2	5	1	3
16:00 - 17:00	2	1	2	1	3
17:00 - 18:00	2	2	2	3	1
TOTAL	21	18	23	22	25

Tabla 2. 2 Número de llamadas registradas en la semana

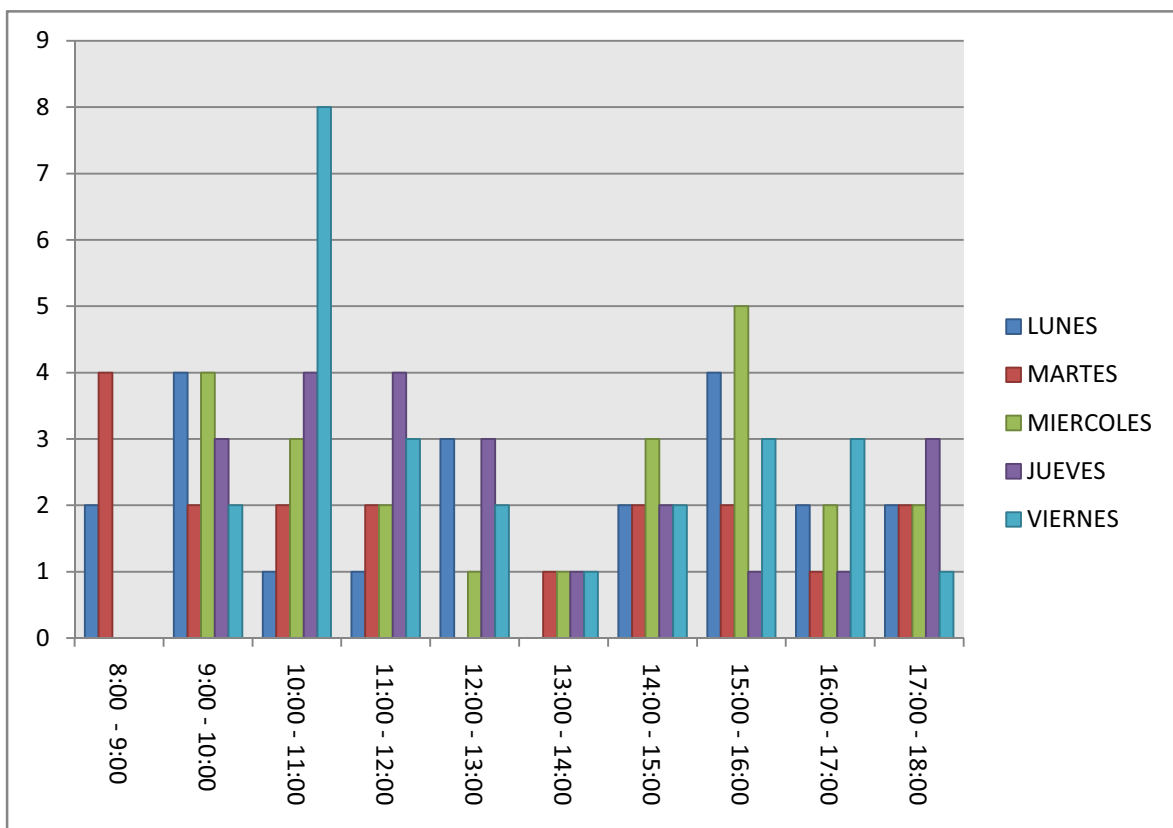


Fig. 2. 1 Número de llamadas por hora

Para obtener el número de circuitos necesarios debemos calcular la intensidad de tráfico telefónico, la misma nos da una idea de la ocupación que sufren los circuitos u órganos implicados en las comunicaciones telefónicas, se define mediante la expresión:

$$It = \frac{Vt}{to}$$

Ec. 2. 1 Intensidad de tráfico⁴⁴

La intensidad de tráfico es da en “Earlangs”, **Vt** es el volumen de tráfico telefónico y **to** el tiempo de observación en el cual se realiza la medida. El volumen de tráfico hace referencia al tiempo que se encuentran ocupados los órganos o circuitos telefónicos y esta dado en unidades de tiempo (en horas, minutos o segundos).

Tomamos la muestra correspondiente al día viernes entre las 10:00 y 11:00.

⁴⁴ JOSÉ DAMIÁN CABEZAS POZO, “Sistemas de Telefonía”, Editorial Thompson Paraninfo

	Realizada	Recibida	Duración (s)
1	10:03		310
2	10:10		400
3	10:18		170
4		10:20	240
5		10:29	186
6	10:34		258
7		10:39	310
8	10:51		240
TOTAL			2114

Tabla 2. 3 Llamadas registradas en la hora pico

$$Vt = 2114 s$$

Ahora calculamos la intensidad de tráfico cursado en la hora pico

$$It = \frac{Vt}{to}$$

$$It = \frac{2114 s}{3600 s}$$

$$It = 0,59 \text{ Earlangs}$$

Considerando un porcentaje de pérdidas del 2%⁴⁵ para sistemas de telefonía se procede a encontrar el número de circuitos necesarios. En base a la tabla de Erlang B (anexo A) o de herramientas online como se observa en la Figura 2.2⁴⁶ se obtiene 3 circuitos.

⁴⁵ SINCHE Soraya, Comunicaciones Inalámbricas, Quito, 2009.

⁴⁶<http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>

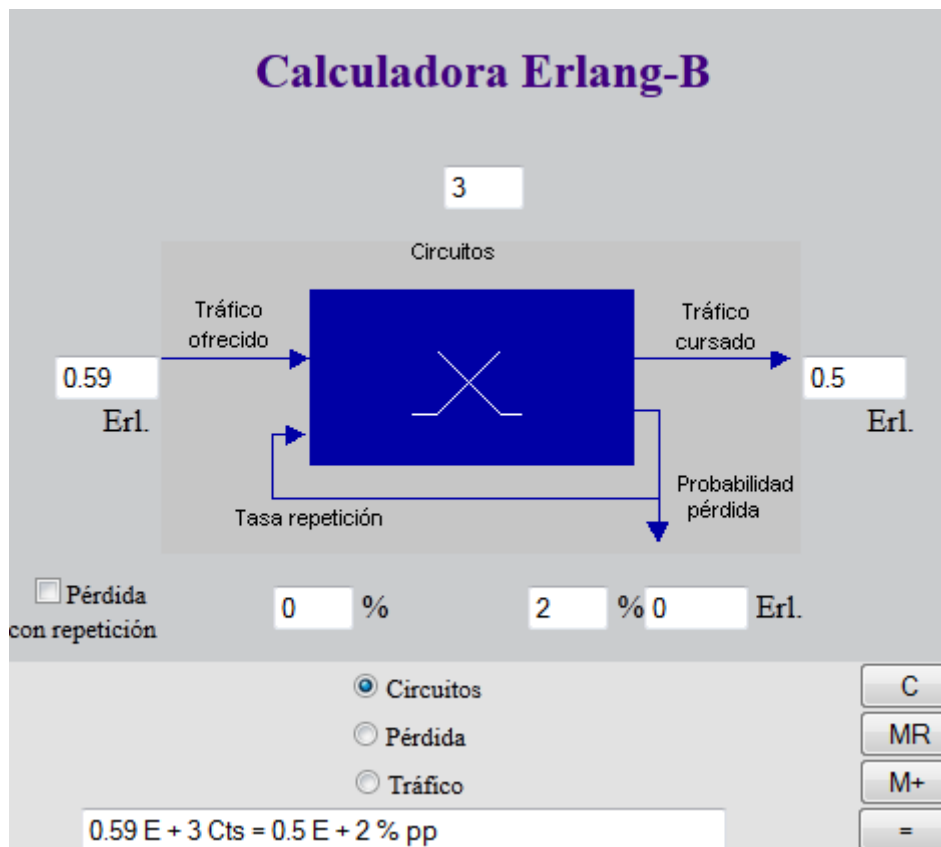


Fig. 2. 2 Calculadora de Earlang⁴⁷

2.1.1.2 Determinación del ancho de banda

Es de suma importancia, para la determinación del ancho de banda requerido en realizar una llamada, la determinación de la tasa de bit del Códec a ser usado y el número de circuitos necesarios para cursar el tráfico.

Como se observó en el Capítulo 1 existen variedad de Códecs que pueden ser usados en VoIP que combinan eficientemente compresión, calidad y velocidad; sin embargo, no todos están estandarizados y por ello requieren de una licencia para su uso.

A continuación se presenta la tabla 2.4 en la que se puede observar algunos de los códecs con su respectiva tasa de compresión.

⁴⁷ <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>

Códec	Medio de Compresión	Tasa de bits	Factor de Compresión
G.711	PCM (Pulse Code Modulation – Modulación por Codificación de Pulsos).	64 Kbps	1
G.726	ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation – Modulación por Codificación de Pulsos Diferencial Adaptativo).	32 Kbps	2
G.728	LD CELP (Low Delay Coded Excited Linear Prediction – Predicción Lineal Excitada por Código de Bajo Retardo)	16 kbps	4
G.729A	CS-ACELP (Conjugate structure-algebraic code excited linear prediction - Predicción Lineal Algebraica de Estructura Conjugada Excitada por Código)	8 Kbps	8
G.723.1	MP-MLQ (MultiPulse-MultiLevel Quantization – Cuantización Multipulso - Multinivel)	6,3 Kbps	≈10
G.723.1	ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction - Predicción Lineal Algebraica Excitada por Código)	5,3 Kbps	≈12

Tabla 2. 4 Características de compresión de los CÓDECS⁴⁸

En base a lo expuesto utilizaremos el estándar de codificación de voz G.711, que a pesar de ocupar un ancho de banda grande, no involucra compresión y esto involucra una mejor calidad en la comunicación, ya que hay que recordar que cuanto mayor es el nivel de compresión, menor es la calidad de voz y lo más importante es que el utilizar este códec implique una carga mínima en el procesador.

La trama de VoIP en la mayoría de las implementaciones tienen la siguiente estructura básica: FCS (Frame Check Sequence – Verificador de Secuencia de

⁴⁸Huidrobo José M. Roldán David, Integración de voz y datos, Editorial McGraw-Hill, 2003

Trama)⁴⁹, carga útil, 3 cabeceras (RTP, UDP, IP), PPP (para transmisión a través de WAN) ó ETH (para transmisión a través de LAN).

En la Fig. 2.4 se observa los tamaños de los protocolos que intervienen en el encapsulamiento de la trama VoIP.

PPP (4 bytes)	IP (20 bytes)	UDP (8 bytes)	RTP (12 bytes)	Carga Útil (X bytes depende del CÓDEC)	FCS (2 bytes)
-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	---	-------------------------

ETH (14 bytes)	IP (20 bytes)	UDP (8 bytes)	RTP (12 bytes)	Carga Útil (X bytes depende del CÓDEC)	FCS (2 bytes)
--------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	---	-------------------------

Fig. 2. 3 Encapsulamiento de una trama VoIP de una red WAN y LAN

Donde se utiliza el protocolo PPP para el encapsulamiento de la trama WAN que es un protocolo cuya arquitectura está precisamente diseñada para la transmisión a través de enlaces WAN⁵⁰, así mismo el protocolo ETH es usado de la misma manera en enlaces de tipo LAN.

Para el cálculo del ancho de banda que es necesario para la comunicación en un solo sentido se lo realiza de la siguiente manera, utilizando la Ecuación 2.2:

$$AB_{actual} = AB_{codec} \times \frac{Longitud_{encapsulacion} + Longitud_{sobrecarga}}{Longitud_{sobrecarga}}$$

Ec. 2. 2 Cálculo del ancho de banda para voz⁵¹

Donde:

AB_{actual} = Ancho de banda necesario para cada llamada

AB_{codec} = Ancho de banda o tasa de bit del códec

$Longitud_{sobrecarga}$ = Longitud de payload (carga útil)

$Longitud_{encapsulacion}$ = Longitud de bits adicionales al payload debido al transporte de paquetes a través de las capas

⁴⁹ FCS (Frame Check Sequence) es un conjunto de bits adjuntos al final de la trama Ethernet utilizado para verificar la integridad de la información recibida

⁵⁰<http://club.idecnet.com/~javcasta/webccna4/mod3.htm>

⁵¹Tesis: BENITEZ YAHAIRA Y DUQUE HERMINIA, EPN Junio 2006

Para el cálculo de la longitud de encapsulación tenemos:

Para una red WAN

- Las 3 cabeceras (RTP, UDP, IP): 12 bytes + 8 bytes + 20 bytes = 40 bytes
- Encabezado PPP: 4bytes
- FCS: 2 bytes

$$Longitud_{encapsulacion} = 46 \text{ bytes}$$

Para una red LAN

- Las 3 cabeceras (RTP, UDP, IP): 12 bytes + 8 bytes + 20 bytes = 40 bytes
- Encabezado ETH: 14bytes
- FCS: 4 bytes

$$Longitud_{encapsulacion} = 58 \text{ bytes}$$

Para el cálculo de la longitud de sobrecarga tenemos:

$$Longitud_{sobrecarga} = AB_{codec} \times R_t$$

Ec. 2. 3 Longitud de sobrecarga⁵²

Donde R_t , es el retardo de encapsulamiento (segundos); es decir el tiempo para llenar un paquete de información (carga útil). La RFC 1890 especifica que el retardo de encapsulamiento por defecto debería ser de 20 ms⁵³, entonces reemplazando en la Ecuación. 2.3 tenemos:

$$Longitud_{sobrecarga} = 64000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}} \times 20^{-3} \text{seg} = 1280 \text{ bits}$$

$$Longitud_{sobrecarga} = 1280 \text{ bits} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} = 160 \text{ bytes}$$

Reemplazando en la Ecuación. 2.3, tenemos:

Para una red WAN

⁵²Tesis: BENITEZ YAHAIRA Y DUQUE HERMINIA, EPN Junio 2006

⁵³<http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>

$$AB_{actual} = 64 \text{ kbps} \times \frac{46 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes}}{160 \text{ bytes}}$$

$$AB_{actual} = 82.4 \text{ kbps}$$

Para una red LAN

$$AB_{actual} = 64 \text{ kbps} \times \frac{58 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes}}{160 \text{ bytes}}$$

$$AB_{actual} = 87.2 \text{ kbps}$$

Ya que la comunicación se da en ambos sentidos tenemos entonces:

$$AB_{total} = 2 * 87,2 \text{ kbps}$$

Para una red WAN

$$AB_{total} = 164,8 \text{ kbps}$$

Para una red LAN

$$AB_{total} = 174,4 \text{ kbps}$$

Para disminuir el ancho de banda se considera el uso de supresión de silencios VAD ⁵⁴, evita que paquetes sin información de voz sean enviados. Una conversación tiene intercambio de voz en ambos sentidos pero regularmente una sola persona está hablando a la vez, el VAD se encarga de suprimir los paquetes que carecen de información audible; es decir, elimina los paquetes correspondientes a los silencios durante la conversación, con el uso de VAD se puede reducir los requerimientos de ancho de banda incluso hasta en un 35 %⁵⁵.

En la Tabla 2.5 se resumen los resultados obtenidos:

⁵⁴ VAD (Voice Activity Detection – Detección de Actividad de Voz) capaz de detectar los silencios o la no actividad de la voz, con la finalidad de no enviar los mismos a través del canal

⁵⁵<http://www.slideshare.net/Catharine24/voice-over-ip-per-call-bandwidth-consumption>

	Tasa del Código	Retardo de Encapsulam.	Long. Encapsulación	Long. Sobrecarga	AB. actual	AB con VAD
WAN	64 Kbps	20 ms	46 bytes	160 bytes	82.4 Kbps	107,12 Kbps
LAN	64 Kbps	20 ms	58 bytes	160 bytes	87,2 Kbps	113,36 Kbps

Tabla 2. 5 Ancho de banda para CÓDEC G.711

El ancho de banda requerido lo obtendríamos al multiplicar el número de circuitos requeridos en la hora pico por el ancho de banda requerido para realizar una llamada. Este cálculo lo realizamos tomando en cuenta la situación más crítica, es decir el que ocupa mayor ancho de banda.

Tenemos así:

$$AB_{total\ voz} = \#circuitos \times AB_{actual}$$

$$AB_{total\ voz} = 3 \times 113,36\ Kbps$$

$$AB_{total\ voz} = 330,72\ kbps$$

2.1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA DATOS

El tráfico de datos incluye el flujo de información generado básicamente por el acceso hacia páginas web, descargas de información, acceso al servidor de correo, el número de usuarios que acceden a internet de manera simultánea, en este caso son 5, sin embargo se debe tomar en cuenta que este número de usuarios puede fácilmente cambiar y por esto se debe prever un escalamiento.

2.1.2.1 Cálculo del tráfico de datos

Se realizará el cálculo de cada una de las aplicaciones que necesitan de acceso a internet para obtener el ancho de banda total requerido para el tráfico de datos.

2.1.2.1.1. Acceso a páginas Web

Para calcular el ancho de banda necesario para el acceso a una página web se tomará como referencia el tamaño promedio de 25 Kbytes⁵⁶ y un tiempo de carga

⁵⁶ Tesis:HURTADO ROBERTO, EPN, 2008

de 2 segundos (información brindada por el personal de la empresa), en base a esto tenemos:⁵⁷

$$AB_{PW} = \frac{25 \text{ Kbytes}}{\text{página}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ página}}{2 \text{ segundos}}$$

$$AB_{PW} = 100 \text{ kbps}$$

2.1.2.1.2. Acceso a Correo Electrónico

Para el cálculo del ancho de banda necesario para el ingreso al correo, se realizó una inspección para saber el tamaño promedio de los mensajes enviados y recibidos, obteniendo como resultado que el tamaño promedio de los mensajes es de 40 Kbytes, además un usuario envía o recibe en promedio 5 correos electrónicos en una hora. Así tenemos lo siguiente:

$$AB_{CE} = \frac{40 \text{ Kbytes}}{\text{correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{5 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}}$$

$$AB_{CE} = 0,44 \text{ kbps}$$

2.1.2.1.3. Descarga de Archivos

Se tiene un promedio de descarga de archivos de un tamaño de 4MB, con un tiempo de descarga de 2 minutos, datos obtenidos de la inspección realizada. Entonces para realizar el cálculo tenemos:

$$AB_{DA} = \frac{4 \text{ Mbytes}}{2 \text{ minutos}} * \frac{1024 \text{ Kbytes}}{1 \text{ Mbyte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}}$$

$$C_{CE} = 273,1 \text{ kbps}$$

De acuerdo a las capacidades requeridas por cada aplicación, se realiza el cálculo de la capacidad para el acceso a internet a través de la ecuación 2.7⁵⁸ considerando la cantidad de usuarios que tienen acceso a este servicio y el índice de simultaneidad de cada aplicación.

⁵⁷Tesis: HURTADO ROBERTO, EPN, Mayo 2008

⁵⁸ Tesis: AVEIGA DIANA, EPN, Septiembre 2010

$$C_{\text{simultanea aplicaci3n}} = C_{\text{aplicaci3n}} * I_{\text{simultaneidad}}$$

Ec. 2. 4 Capacidad de simultaneidad de aplicaci3n

El acceso que cada usuario tiene a las distintas aplicaciones se puede observar en la tabla 2.5, donde se detalla que porcentaje en promedio usa un usuario en cada aplicaci3n.

Aplicaci3n	Capacidad de aplicaci3n	Índice de simultaneidad	Capacidad simult3nea
P3ginas Web	100 kbps	30%	30 kbps
Correo Electr3nico	0,44 kbps	70%	0,31 kbps
Descarga de Archivos	273,1 kbps	5%	13,66 kbps
TOTAL			43,97 kbps

Tabla 2. 6 Acceso de un usuario a cada aplicaci3n

El ancho de banda requerido por la empresa para acceso a internet se obtiene al multiplicar la capacidad de acceso de un usuario por el n3mero total de usuarios que tienen acceso a internet, para la empresa son 5.

$$AB_{\text{total datos}} = 5 * 43,97 \text{ kbps}$$

$$AB_{\text{total datos}} = 219,85 \text{ kbps}$$

Entonces el ancho de banda total que demanda la empresa para aplicaciones de voz y datos es:

$$AB_{\text{total}} = AB_{\text{total voz}} + AB_{\text{total datos}}$$

$$AB_{\text{total}} = 330,72 \text{ kbps} + 219,85 \text{ kbps}$$

$$AB_{\text{total}} = 550,57 \text{ kbps}$$

2.1.2.2 Estimaciones futuras del ancho de banda total

Como se mencion3 en un principio la empresa tiene previsto un incremento del n3mero de usuarios para inicio de cada a3o, es importante entonces calcular el ancho de banda estimado para un futuro a trav3s de la ecuaci3n 2.8⁵⁹:

⁵⁹Tesis: BENITEZ YAHAIRA Y DUQUE HERMINIA, EPN Junio 2006

$$Df = Do(1 + fc)^n$$

Ec. 2. 5 Cálculo de estimaciones futuras

Donde:

Df = Demanda final de ancho de banda

Do = Demanda inicial de ancho de banda

fc = Factor de crecimiento anual

n = número de años

Actualmente la empresa posee 5 equipos, teniendo en cuenta una proyección a 2 años y un factor de crecimiento de 2 equipos por año, lo que corresponde al 40%. Reemplazamos en la Ecuación 2.8:

$$Df = 550,57Kbps(1 + 0,4)^2$$

$$Df = 1079,12 Kbps$$

Es decir, que cada vez que la empresa realice el incremento de equipos, debe verificar también el incremento en la demanda necesaria de ancho de banda para poder obtener un correcto desempeño del sistema. En este caso los equipos que actualmente se tienen ofrecen las características requeridas en lo que compete al ancho de banda necesario.

2.1.3 DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE PARA EL SERVIDOR ASTERISK

En la actualidad no existe una guía o un estándar para el dimensionamiento de un servidor Asterisk el cual nos indique con exactitud las características como: el tipo de procesador, memoria RAM o capacidad del disco duro para que el servidor pueda soportar un determinado número de llamadas simultáneas en un período de tiempo determinado, es por ello que acudimos a ciertas recomendaciones de usuarios que ya han instalado y usado Asterisk, el sitio www.voip-info.org donde encontramos abundante información acerca de Asterisk. En el caso del dimensionamiento del servidor existen recomendaciones de usuarios que

aconsejan tomar como referencia un consumo de 30 MHz de procesamiento por cada canal de voz activo⁶⁰.

Los requerimientos de la plataforma de hardware deberán estar acordes con la confiabilidad y rendimiento que deseemos darle al sistema. Entre los factores que permitirán determinar los recursos de hardware necesarios se encuentran:

Máximo número de conexiones simultáneas que soportará el sistema, cada conexión incrementará la carga del sistema.

Nivel de actividad de conferencia que requiere, la conferencia requiere que el sistema codifique, decodifique y combine los flujos de audio en tiempos sumamente pequeños lo que requerirá que se eleve la carga del procesador.

Cancelación de Eco, se requiere siempre una interacción con la PSTN y este proceso incrementará la carga del CPU. Como alternativa existen tarjetas de cancelación de eco y traducción de códec que ofrece DIGIUM.

En la tabla 2.6 mostrada a continuación se presentan algunas consideraciones de acuerdo a la finalidad del sistema planteado.

Propósito	Número de canales simultáneos	Recomendaciones mínimas
Sistema casero	No más de 5	400Mhz x86, 256MB de RAM
Sistema SOHO (Small Office/ Home Office)	5 a 10	1GHz x86, 512MB de RAM
Negocio pequeño	Hasta 25	3GHz x86, 1GB de RAM
Sistema mediano o más	Más de 25	Doble CPU, arquitectura distribuida

Tabla 2. 7 Tabla de recomendaciones de hardware⁶¹

En este punto se debe mencionar que se dimensionará un ordenador como modelo de servidor; es decir, un servidor genérico o clon.

2.1.3.1 Procesador

La distribución a utilizarse como sistema operativo será CentOS (la elección de éste se justificará más adelante), la cual es un clon de Red Hat Enterprise Linux.

⁶⁰Tesis: TATÉS GERMÁN Y PÉREZ CARLOS, Mayo 2011

⁶¹Asterisk The future of telephony, O'reilly

La recomendación para CentOS indica que soporta casi las mismas arquitecturas que Red Hat ⁶² en la que se propone el uso de un procesador Pentium III o superior con al menos 500 MHz de velocidad de procesamiento.

El número de usuarios simultáneos considerando el peor de los casos es de 5, ya que éste es el número de equipos existentes en la empresa, Basándonos en eso, tenemos la tabla 2.7⁶³:

Requerimiento	Cantidad	Total
Sistema Operativo	1	500MHz
Canales activos simultáneos (30MHz/ch)	5	150MHz
Global		650MHz

Tabla 2. 8 Velocidad requerida por el procesador

Lo que nos da como velocidad de procesamiento al menos 650MHz.

2.1.3.2 Memoria RAM

Siguiendo las recomendaciones de Red Hat, se necesita al menos 256 MB de RAM para una instalación básica. Para entornos de medianos tamaño se sugiere tener 1GB de RAM, mientras que en entornos de gran tamaño se sugiere 3GB o superior⁶⁴.

Para el dimensionamiento de la cantidad de RAM necesaria para Asterisk tomamos en cuenta la información obtenida de www.voip-org.com la que menciona que la memoria necesaria para tener una buena calidad de audio en los canales activos es 512 MB de RAM. Tenemos entonces:

Requerimiento	Memoria RAM
Para centOS	256 MB
Para Asterisk	512 MB
Global	768 MB

Tabla 2. 9 Cantidad de memoria requerida

⁶²http://www.centos.org/docs/5/html/CDS/install/8.0/Installation_Guide-Support-Platforms.html#Installation_Guide-RHEL-Requirements

⁶³Tesis: TATÉS GERMÁN Y PÉREZ CARLOS, Mayo 2011

⁶⁴http://www.centos.org/docs/5/html/CDS/install/8.0/Installation_Guide-Support-Platforms.html

2.1.3.3 Disco Duro⁶⁵

Siguiendo las recomendaciones de Red Hat, una instalación mínima requiere al menos de 1GB de espacio en el disco. Una instalación típica es recomendable hacerla en al menos 2 GB de espacio en disco.

El software Asterisk junto a la interfaz de configuración usan cerca de 40 MB de espacio en el disco debido al tamaño de los archivos que descargan desde internet. Se considera también el consumo de espacio de bases de datos del CDR y mensajes de voz, pues en un sistema en producción estas funcionalidades requieren que datos de estadísticas (CDR) se guarden en el disco, como también los mensajes de voz que se dejan a los usuarios. Debido a esto se considera necesario al menos 50 MB para cada una de estas funcionalidades.

Otro punto importante a tener en cuenta son los archivos de registro o logs, que son ficheros donde se puede encontrar información acerca de las actividades que se desarrollan dentro del SO, como errores y tareas llevadas a cabo. Estos archivos se escriben continuamente en el disco, por lo tanto se toma como base para los logs del sistema la cantidad de 3GB para espacio en el disco duro.

Tenemos así entonces:

Recurso	Espacio en disco
Sistema operativo	1 GB
Asterisk + interfaz	40 MB
CDR y buzón de voz	100 MB
Logs del sistema	3 GB
Global	4,14 GB

Tabla 2. 10 Requerimiento de espacio en disco duro

2.1.3.4 Tarjeta Analógica

Por lo revisado con anterioridad observamos que se demanda del uso de las tres líneas telefónicas, se requiere entonces tres puertos FXO, la tarjeta que cumple con estas necesidades y puede proveer la conexión de hasta 4 puertos

⁶⁵Tesis: TATÉS GERMÁN Y PÉREZ CARLOS, Mayo 2011

FXO(líneas telefónicas) o 4 puertos FXS (teléfonos), es la tarjeta de comunicaciones DIGIUM TDM400P. En el anexo B se detalla las características de dicha tarjeta.

2.1.3.5 Teléfonos IP

Se tiene previsto que se use por lo menos un teléfono IP, en la empresa existen teléfonos analógicos que deben ser usados pero posteriormente se prevé migrar todos a sus correspondientes digitales.

Podemos ver dos de los posibles teléfonos IP a ser usados en el Anexo B

Al tomar en cuenta la reutilización de teléfonos analógicos existentes actualmente, se debe contemplar el uso de adaptadores ATA o Gateways (Ver anexo B) que permitan enlazar la red de telefonía IP con la PSTN.

2.1.3.6 Respaldo de energía

Si bien es cierto el consumo de energía de un sistema de VoIP no es excesivo, se debe tener en cuenta que para cualquier tipo de comunicación involucrado con multimedia o audio el suministro de energía es redundante en ambientes en los que se requiere de alta disponibilidad. Esto involucra la existencia de dos fuentes de energía independientes es decir un respaldo de energía (UPS), capaz de brindar la energía suficiente a los equipos para poder trabajar autónomamente. No se usará un respaldo de energía continuo (generadores) por el costo elevado que esto implica, es por ello que se propone 30 minutos como el tiempo máximo según los requerimientos establecidos por la Gerencia administrativa para poder tomar las medidas necesarias en cada uno de los equipos, posterior al tiempo establecido se estima que la energía eléctrica haya sido restituida. En el anexo B se observa las características de este equipo.



Fig. 2.4 UPS APC BACK-UPS RS 1300VA LCD

2.1.4 DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA LA RED DE RINTECO

El estándar a ser utilizado será el TIA/EIA 568 B, el cual especifica los requisitos sobre componentes y transmisión para los medios de telecomunicaciones para edificios comerciales.

Se estima que la vida útil del sistema de cableado estructurado sea de 15 a 25 años y debe ser capaz de soportar los cambios que involucren las nuevas tecnologías.

Un punto a considerar en un sistema de telecomunicaciones es que éste también puede incorporar otros sistemas tales como: control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas, etc.

2.1.4.1 Topología

La topología a utilizarse según el estándar es una conexión tipo estrella. Todos los nodos o estaciones de trabajo se conectan con cable UTP ó fibra óptica hacia un concentrador (patch panel), ubicado en el armario de telecomunicaciones. A continuación observemos la topología establecida para la red RINTECO, basándonos en los equipos que posee actualmente adicionando el servidor Asterisk.

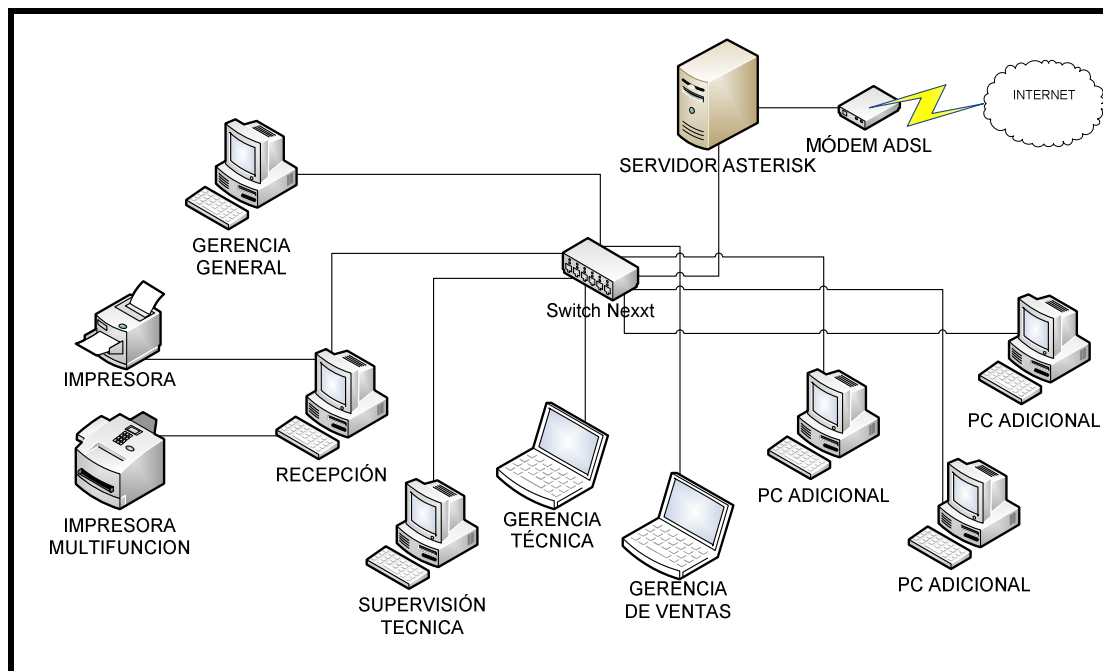


Fig. 2. 5 Red establecida para RINTECO CIA. LTDA.

2.1.4.2 Medios de transmisión

Pueden usarse sistemas cableados FTP como UTP; sin embargo una de las ventajas de usar sistemas de cableado UTP frente a los FTP, es que éstos son más baratos y fáciles de instalar, además los sistemas FTP no son necesariamente los mejores, debido a que un sistema de cableado apantallado conlleva un sistema a tierras que debe ser diseñado e instalado de acuerdo a las normativas o recomendaciones existentes. En base a lo anterior expuesto el medio de transmisión a utilizar será cable UTP de cuatro pares sólidos de 23 AWG ó 24AWG, que poseen una cubierta termoplástica donde los pares están trenzados sin blindaje.

Debemos considerar que RINTECO utilizará el sistema de cableado para la comunicación a través de VoIP; es decir se requiere de un gran ancho de banda, puesto que la comunicación se realiza en tiempo real.

A continuación se observará una comparación entre las diferentes categorías de cableado UTP que pueden cumplir con los requerimientos de ancho de banda establecidos para las necesidades de RINTECO.

	Categoría 5e/ Clase D	Categoría 6 / Clase E	Categoría 6A
Vida Útil⁶⁶	5 años	7 años	10 años
Calibre del conductor	24 AWG	24 AWG	23 AWG
Conductor de cobre sólido	0.51 mm	0.57 mm	0.56 mm
Diámetro Exterior	5.5 mm	6.4 mm	6.6 mm
Desempeño probado hasta	200 MHz	350 MHz	500 MHz
Velocidad Máxima	100 Mbps	1Gbps	10Gbps

Tabla 2. 11 Tabla comparativa de categorías UTP

Analizando cada una de las categorías tenemos las siguientes conclusiones: Si bien es cierto el cableado categoría 5e cumple con los requerimientos, éste quedará obsoleto en pocos años, por lo cual resultaría inútil su uso, el cableado categoría 6 puede resultar una buena inversión; sin embargo éste es el inicio de una tendencia tecnológica y es mejor apuntar hacia un diseño el cual sea capaz de adaptarse a los cambios tecnológicos con facilidad, en el cual se requiere manejar un gran ancho de banda, además, cualquier migración a un sistema mejorado resultaría en un coste mucho más elevado, es por esto que se escoge entonces el cableado categoría 6A ya que este posee un gran ancho de banda para futuras aplicaciones sin saturar la red, además de poseer un tiempo de vida útil mayor. Las características del cableado categoría 6A se pueden observar en el anexo C

2.1.4.3 Interfaces de conexión

Se refieren a los diferentes dispositivos utilizados para poder conectar el cuarto de telecomunicaciones con cada una de las salidas.

⁶⁶http://www.siemon.com/la/company/press_releases/05-09-01_Costo.asp

2.1.4.3.1 Conectores RJ-45

Son usados para montajes sobre placas de pared, cajas superficiales, “patch panels” en inglés, los que permiten interconexión entre equipos, etc. Éstos deben cumplir con la norma EIA/TIA 568 B.2-1, enmienda que especifica los requisitos para el cableado categoría 6.



Fig. 2. 6 Conectores RJ-45 Keystone

2.1.4.3.2 Placas, Jack y cajas para montaje en pared

Tanto las placas como los Jack deberán de igual manera cumplir con las normas de cableado para CAT 6A.



Fig. 2. 7 Jack RJ-45

Las placas compatibles con conectores RJ-45 para versiones UTP y FTP.



Fig. 2. 8 Placas Estándar de pared 3M

Las cajas para montaje permiten espacio para conectores RJ-45 Cat. 6 y Cat. 5e en versiones UTP y FTP, pueden ser colocados en paredes o muebles modulares.



Fig. 2. 9Cajas para montaje en pared 3M

2.1.4.4 Área de Telecomunicaciones

En ésta se colocarán los equipos existentes actualmente, los mismos que cumplirán con la topología antes dispuesta.

Algunas de las consideraciones a tomar en cuenta para el correcto funcionamiento de los equipos de esta área son:

- El cuarto debe ser lo suficientemente espacioso para poder albergar a los equipos y también futuras ampliaciones.
- La temperatura aproximada que debe existir es de 20 °C, la misma que deberá ser mantenida si es necesario a través de un sistema de aire acondicionado o por medio de ventiladores.
- El factor humedad es un parámetro en este caso a no ser tomado mucho en cuenta, ya que en el lugar donde se dispone colocar el rack no atraviesan tuberías de agua.

Se designa entonces un espacio dentro del área de bodega, el área destinada para éste uso puede observarse en el plano del anexo D (plano 2/2), el cual cumple con las consideraciones antes descritas. En este lugar se colocará el rack, el mismo soportará la estructura completa del cableado.

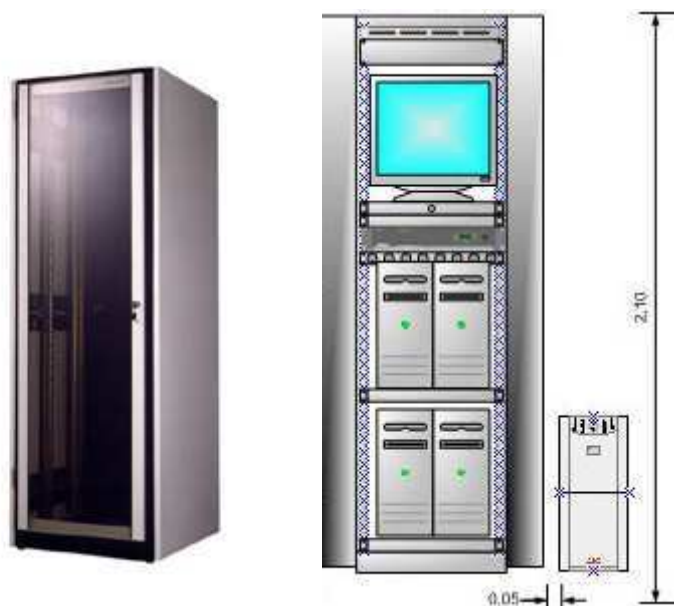


Fig. 2. 10 Rack armario para equipos

2.1.4.5 Asignación de puntos de red

Todos los usuarios están ubicados en la misma planta, cada uno de los usuarios que conforman la red tendrá un punto de acceso hacia internet, conformados de la siguiente manera:

Gerencia General: Conformado por un punto de acceso a la red y también un punto de acceso telefónico a través de un teléfono análogo.

Gerencia de Ventas: Similar al anterior tendrá un punto de acceso a la red y un punto de acceso a la línea telefónica por un teléfono análogo.

Gerencia Técnica: Un punto de acceso a la red y telefónico a través de un teléfono analógico.

Cabe recalcar que a pesar que el estándar señala que por cada área de trabajo se debe tener dos punto de acceso, los puntos antes señalados están colocados cada uno en una oficina que pertenece a la gerencia de cada departamento por lo cual son puntos de acceso individuales.

Supervisión Técnica: Estará conformado por un solo punto de acceso a la red, también poseerá acceso a la red telefónica pero a través de un softphone, esta área no posee una oficina.

Recepción: En esta área de trabajo serán colocados dos puntos de acceso, uno de estos puntos será usado para la conexión de esta área a la red, de igual manera en este punto se colocará la operadora de la PBX, es decir hacia esta área de trabajo serán transferidas todas las llamadas que nos hayan podido ser contestadas, previendo un punto de acceso más para futuras expansiones.

Se colocarán adicionales a los puntos de acceso antes descritos; dos adicionales para la conexión de nuevos PCs en futuro, para éstos únicamente se instalará un softphone que le permite integrarse a la central telefónica.

Cada uno de los puntos de acceso puede ser visualizado en la Figura 2.11 en el cual se detalla la posición en la que se encuentran cada uno de los departamentos así como que equipos poseerá cada una de las áreas.

En la tabla 2.6 se indica los puntos correspondientes a cada área de la empresa.

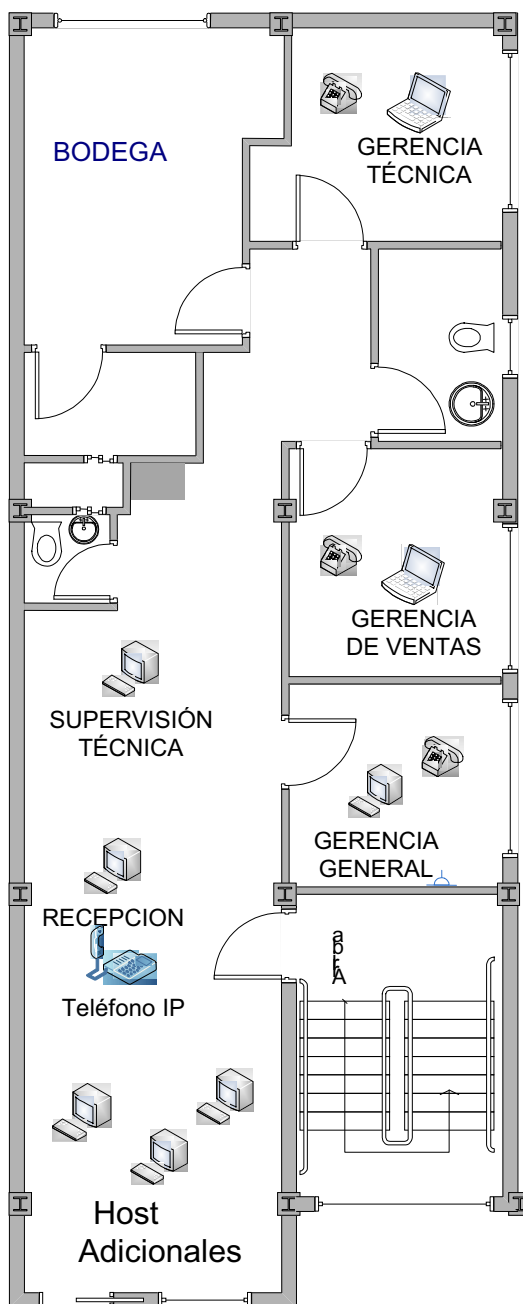


Fig. 2. 11 Distribución de los puntos de acceso

Asignación de puntos		
Departamento	Puntos de Datos	Puntos de Voz
Gerencia General	1	1
Gerencia de Ventas	1	1
Gerencia Técnica	1	1
Supervisión Técnica	1	0
Recepción	1	1
Puntos Adicionales	3	0
TOTAL	8	4

Tabla 2. 12 Asignación de puntos de red y datos para cada área

A continuación se detallan los equipos usados en cada área:

Departamento	Descripción del equipo	Cantidad
Gerencia General	Computador de escritorio	1
	Teléfono análogo	1
Gerencia de Ventas	Computador portátil	1
	Teléfono análogo	1
Gerencia Técnica	Computador portátil	1
	Teléfono análogo	1
Recepción	Computador de escritorio	1
	Teléfono IP	1
	Impresora de red	2
Varios	Computador de escritorio	3

Tabla 2. 13 Distribución de Equipos

Equipos	Cantidad
Computador de escritorio	6
Computador Portátil	2
Teléfono Analógico	3
Teléfono IP	1
Impresora de red	2

Tabla 2. 14 Total Equipos

2.1.4.6 Cableado Horizontal

El cableado horizontal irá desde cada uno de los puntos de acceso hasta llegar al rack de distribución.

En el anexo D (plano 1/2) observamos las conexiones eléctricas y telefónicas actuales.

El estándar TIA/EIA 568A define al cableado horizontal de la siguiente manera: “es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones o viceversa” y consiste de dos elementos básicos:

- Cable Horizontal y Hardware de Conexión (también llamado "cableado horizontal") que proporcionan los medios básicos para transportar señales de telecomunicaciones.
- Rutas y Espacios Horizontales (también llamado "sistemas de distribución horizontal"). Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles de empate (patch) y cables de empate utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

En el plano correspondiente (ver anexo D plano 2/2) se detalla la distribución y localización para voz y datos, la distribución del cableado Cat6A hacia los diferentes puntos de conexión.

2.1.4.6.1. Cálculo de la longitud promedio del cable

Para cada punto se debe establecer la longitud que abarca desde el área de telecomunicaciones hasta cada una de las tomas de red, esta distancia según las normas establecidas no debe superar los 90m.

La altura del piso es de 2,70m.

Para el cálculo se debe seguir el siguiente proceso:

- Determinar la ruta del cable.
- Medir la distancia al punto más lejano.
- Medir la distancia al punto más cercano.
- Sumar y dividir para 2.
- Añadir un 10% de holgura.

Tenemos entonces:

Una vez determinada la ruta que seguirá el cableado (anexo F).

$$L_{prom} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} + 10\%$$

Ec. 2. 6 Cálculo de la longitud promedio del cable

$$L_{max} = 21,50 \text{ m}$$

$$L_{min} = 5 \text{ m}$$

$$L_{prom} = \frac{21,50 + 5 \text{ m}}{2} + 10\%$$

$$L_{prom} = 14,58 \text{ m}$$

2.1.4.6.2. Cálculo del número de corridas por rollo

A partir de la formula:

$$D = \frac{305 \text{ m}}{L_{prom}}$$

Ec. 2. 7 Cálculo de número de corridas por rollo

Donde 305 es la longitud del cable por rollo y es constante, el valor resultante se aproximará por abajo ya que el último segmento en el rollo es un sobrante que no se utiliza.

$$D = \frac{305 \text{ m}}{14,58 \text{ m}}$$

$$D = 20$$

2.1.4.6.3. Cálculo de la cantidad de rollos de cable

La formula se describe de la siguiente manera:

$$\text{Rollo} = \frac{\text{número de salidas}}{D}$$

Ec. 2. 8 Cálculo de la cantidad de rollos

El resultado de esta operación lo aproximamos por arriba.

$$D = \frac{8}{20}$$

$$D = 1$$

Es decir que para el diseño de la red basta con un rollo de cable Cat 6A.

2.1.5 SOFTWARE

A pesar que cualquier distribución es apta para el perfecto funcionamiento de Asterisk, se utilizará como sistema operativo CentOS porque es la distribución en la que se basa TrixBox, una distribución que ya trae Asterisk y unas sencillas herramientas que permiten configurar automáticamente “cualquier” tarjeta, además por la gran cantidad de usuarios que trabajan con esta distribución y la cantidad de paquetes en ‘rpm’ que existen, lo que hace que exista multitud de foros de usuarios que preguntan y responden basados en esta distribución.

Sobre CentOS se instalará Asterisk que es una aplicación de libre distribución, la cual nos proporciona las funcionalidades antes descritas para una PBX, su entorno gráfico hace que sea muy fácil su configuración y permite el propio gestionamiento de extensiones y control sobre llamadas, así como también permite realizar llamadas internas sin pasar por el operador telefónico.

Adicionalmente a Asterisk se debe hacer uso de aplicaciones de software para voz y video como son los softphones o teléfonos de software los mismos que son de configuración muy sencilla, únicamente con la dirección IP de la máquina del host.

Para la elección más adecuada del softphone a utilizar se debe tener en cuenta el sistema operativo que posee cada host, ya que existen versiones tanto para Windows como para Linux.

El proceso de instalación del sistema operativo CENTOS se lo detalla en el anexo E.

2.1.5.1 Instalación de Asterisk

Para la instalación de Asterisk realizaremos el siguiente proceso

1. Cambiamos el directorio sobre el cual trabajaremos y descargamos el código fuente de Asterisk para esto digitaremos en la consola de Linux lo siguiente:

```
# cd/ usr/src  
  
# wgethttp://downloads.asterisk.org/pub/telephony/  
asterisk/releases/version_de_asterisk.tar.gz
```

2. Descomprimos el paquete:

```
# tar xvzf version_de_asterisk.tar.gz
```

3. Ingresamos al directorio en donde se descomprimió el paquete:

```
# cd /asterisk_version
```

4. Configuramos la aplicación make:

```
# ./configure
```

5. Compilamos el código fuente de Asterisk:

```
# make
```

6. Instalamos Asterisk:

```
# make install
```

7. Creamos los scripts de inicio y activamos Asterisk cuando se encienda el servidor:

```
# make config  
# chkconfig asterisk on
```

8. Creamos el archivo de configuración de ejemplos:

```
# make samples
```

9. Iniciamos Asterisk:

```
# service asterisk start
```

Para el ingreso a la consola de Asterisk digitamos lo siguiente:

```
# asterisk-rv
```



```

root@fernando:~
File Edit View Search Terminal Help
[root@fernando ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 1.8.12.0, Copyright (C) 1999 - 2012 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.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.8.12.0 currently running on fernando (pid = 1656)
Verbosity is at least 3
fernando*CLI>

```

Fig. 2. 12 Consola de Asterisk

2.1.5.2 Configuración de Asterisk

En el sistema que se propone es necesaria la configuración de interfaces tanto analógicas para interactuar con la red de telefonía pública y también interfaces IP en base a protocolos de VoIP como SIP e IAX.

La configuración la podemos realizar a través de la interfaz gráfica como a través del Shell de comandos pero siempre es necesario tener conocimiento acerca del uso de la línea de comandos ya que en el mayor número de veces nos conectaremos al servidor de manera remota.

2.1.5.3.1 Interfaces SIP

En el archivo sip.conf se deben configurar todos los dispositivos que trabaja con el protocolo SIP para ello editamos el archivo /etc/asterisk/sip.conf, cabe recalcar antes, que el momento de la edición del archivo existen ya algunos comentarios y ejemplos de cómo utilizar el protocolo SIP, si requerimos crear un archivo desde cero, se necesita renombrar el archivo original, lo podemos hacer de la siguiente manera:

```
# cd/etc/asterisk
```

```
# mv sip.conf sip.old.conf
```

Y a partir de cualquier editor comenzamos a crear nuestro archivo sip.conf.

Este archivo contiene la definición de un contexto general dentro del que se establecen las opciones que no varían para cada uno de los dispositivos o usuarios que se conectan al servidor. Muchas de las opciones que se configuren dentro de este contexto son aplicables a cada uno de los contextos que se pueden definir.

A continuación se muestra la configuración general del archivo sip.conf

```
# vim sip.conf
[general]
context=default          ;contexto por defecto para las
                          llamadas ;entrantes
bindport=5060            ;puerto por el que se registraran los
                          ;dispositivos SIP
bindaddr=0.0.0.0         ;acepta conexiones desde cualquier
                          ;dirección IP
srvlookup=yes            ;aceptar búsquedas por DNS a nuestro
                          ;servidor
; configuramos también parámetros que tienen que ver con los
códex
disallow=all             ;deshabilitamos todos los códex
allow=ulaw               ;habilitamos el códec G.711 en sus dos
versiones
allow=alaw
language=es              ;lenguaje por defecto
;
;DATOS PARA EL REGISTRO
;configuracion de las extensiones que se registraran con el
servidor Asterisk
;
[operadora]              ;definición del usuario
username=operadora       ;el mismo que el del contexto
type=friend              ;permite que nuestras extensiones reciban y
                          ;realicen llamadas
```

```

host=dynamic      ;se puede establecer una dirección IP, sin
                  ;embargo colocamos en forma dinámica ya que
                  ;el usuario puede estar registrándose con
                  ;cualquier dirección IP
secret=operadora  ;password con el que se registrara al
                  ;dispositivo
context=operadora ;contexto que configurará los permisos que
                  ;tiene el usuario

```

En el anexo G se puede observar la configuración detallada del archivo sip.conf que sería utilizado para la empresa.

2.1.5.3.2 Interfaces IAX⁶⁷

La configuración de dispositivos IAX se incluye en el archivo /etc/asterisk/iax.conf. La utilización de dispositivos que manejen el protocolo AIX de Asterisk es una seria alternativa a la anterior debido a que este último protocolo es mucho más fácil de manejar cuando existe un proceso de NAT que tienen que atravesar las comunicaciones de los clientes. La información y la señalización viajan a través del mismo puerto y por ello, las consideraciones a nivel de firewall-NAT son menos complicadas.

La utilización de este protocolo para la configuración resulta ser una firme opción en caso de que el flujo de comunicación SIP se convierta en un problema para el manejo del firewall - cortafuegos, así como para la implementación de troncales entre 2 servidores Asterisk.

La configuración de este archivo se lo hace editando el archivo iax.conf, así:

```

# cd/etc/asterisk
# vimiax.conf
[gerencia]
type=friend
context=default          ;contexto por defecto para las
                          ;llamadas
username=gerencia
host=dynamic

```

⁶⁷ Tesis: ESTRADA JOSÉ, EPN, Mayo 2007

```
secret=gerencia2045
disallow=all
allow=ulaw
qualify=yes
```

Observar anexo G para la revisión del archivo de configuración

2.1.5.3.3 DAHDI

El paquete DAHDI (Digium Asterisk Device Interface) permite cargar los drivers y configurar distintos tipos de tarjetas en Asterisk (analógicas, digitales, RDSI/ISDN, cancelación de eco, etc.). Es recomendable instalar este software aún si no se tiene hardware de telefonía instalado, ya que DAHDI es el que proporciona el módulo de “timing” (reloj del sistema Asterisk) llamado `res_timing_dahdi`, módulo que es usado para aplicaciones como `Meetme()` las cuales requieren un preciso control y sincronización del tiempo.

Para la instalación de DAHDI se debe trabajar sobre el directorio:

```
# cd /usr/src
```

Descargar las fuentes de DAHDI desde www.asterisk.org:

```
# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-linux-
complete/releases/dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0.tar.gz
```

Descomprimir los paquetes y procedemos a instalar:

```
# tar xvfz dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0.tar.gz
# cd dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0
# make all
# make install
# make config
```

Iniciar el servicio DAHDI:

```
# service dahdi start
```

Recompilamos Asterisk:

```
# cd asterisk-version ;la versión puede cambiar
# ./configure
# make menuselect ;puede obviarse
```

```
# make
# make install
```

Generar la configuración de DAHDI:

```
# dahdi_gencof
```

Reiniciamos el servicio Asterisk:

```
# service asterisk restart
```

2.1.5.3.4 Instalación de la tarjeta Analógica

El primer paso es el colocar la tarjeta analógica PCI TDM400P en uno de los puertos PCI libres del servidor, a continuación encendemos el mismo y determinamos la compatibilidad de la tarjeta PCI que se ha instalado, para ello ejecutamos el siguiente comando en el shell de comandos así:

```
# lspci
```

Podremos observar una pantalla similar a la que se muestra en donde debe aparecer el hardware reconocido.

```
root@alfred:~# lspci
0000:00:00.0 Host bridge: Intel Corp. 82845G/GL[Brookdale-G]/GE/PE DRAM Controller/Host-Hub Interface (rev 03)
0000:00:02.0 VGA compatible controller: Intel Corp. 82345G/3L[Brookdale-G]/GE Chipset Integrated Graphics Device (rev 03)
0000:00:1d.0 USB Controller: Intel Corp. 82801DB/DBL/DBM (ICH4/ICH4-L/ICH4-M) USB UHCI Controller #1 (rev 02)
0000:00:1d.1 USB Controller: Intel Corp. 82801DB/DBL/DBM (ICH4/ICH4-L/ICH4-M) USB UHCI Controller #2 (rev 02)
0000:00:1d.2 USB Controller: Intel Corp. 82801DB/DBL/DBM (ICH4/ICH4-L/ICH4-M) USB UHCI Controller #3 (rev 02)
0000:00:1d.7 USB Controller: Intel Corp. 82801DB/DBM (ICH4/ICH4-L) USB 2.0 EHCI Controller (rev 02)
0000:00:1e.0 PCI bridge: Intel Corp. 82801 PCI Bridge (rev 32)
0000:00:1f.0 ISA bridge: Intel Corp. 82801DB/DBL (ICH4/ICH4-L) LPC Bridge (rev 02)
0000:00:1f.1 IDE interface: Intel Corp. 82801DB/DBL (ICH4/ICH4-L) UltraATA-100 IDE Controller (rev 02)
0000:00:1f.3 SMBus: Intel Corp. 82801DB/DBL/DBM (ICH4/ICH4-L/ICH4-M) SMBus Controller (rev 02)
0000:00:1f.5 Multimedia audio controller: Intel Corp. 82801DB/DBL/DBM (ICH4/ICH4-L/ICH4-M) AC'97 Audio Controller (rev 02)
0000:01:00.0 Communication controller: Tiger Jet Network Inc. Tiger3XX Modem/ISDN interface
0000:01:02.0 Communication controller: Conexant: Unknown device 2f20
0000:01:08.0 Ethernet controller: Intel Corp. 82801BD PRO/100 VE (LOM) Ethernet Controller (rev 02)
root@alfred:~#
```

Fig. 2. 13 Pantalla de comprobación de compatibilidad

Una vez que la tarjeta ha sido reconocida es necesario configurar a Asterisk de modo que pueda interactuar con el hardware instalado, para esto editamos el archivo `/etc/asterisk/chan_dahdi.conf`, en donde se puede configurar varias características y funcionalidades asociadas con los canales de hardware, como ejemplo encontramos lo siguiente:

```
[channels]
usecallerid=yes ;habilita identificador de
llamadas
callwaiting=yes ;tono de llamada en espera
usecallingpres=yes
```



```

callwaitingcallerid=yes
threewaycalling=yes           ;habilita conferencia de llamada
transfer=yes                   ;transferencia de llamadas
canpark=yes                    ;parqueo de llamadas
cancallforward=yes            ;desvió de llamadas
callreturn=yes                ;remarcado de llamadas
echocancel=yes                 ;cancelación de eco
busydetect=yes                 ;detección de ocupado
language=es                     ;lenguaje

group=0
context=default

; PUERTO FXO
signalling=fxs_ks
callerid=pstn                   ;identificador de llamada
group=0
context=from-pstn               ;contexto asociado
channel => 1

;PUERTO FXS
signalling=fxo_ks
callerid="Recepcion" <101>
group=1
context=interno
channel => 2

```

Cada vez que el archivo sea editado es necesario recargarlo para que los cambios tengan efecto para ello digitamos el siguiente comando en la consola de Asterisk:

```

# asterisk -rvv
CLI> module reload

```

La configuración que permite definir que un puerto sea FXO ó FXS es la siguiente, respectivamente:

```

fxoks=1,2                       ;define un puerto FXS asociado a el número
                                ;de puerto de la tarjeta
fxsks=3,4                       ;define un puerto FXO

```

Para la configuración del archivo extensions.conf, en el cual profundizará más adelante, se establece los parámetros para el marcado a través de la tarjeta, adicionando en uno de los contextos una de las posibles variantes detalladas a continuación:

```
exten => numero_a_marcar,1,Dial(DAHDI/gX/${EXTEN},45)
```

```
exten => n, HangUp()
```

g1= usa las líneas le grupo X de menor a mayor.

```
exten => numero_a_marcar,1,Dial(DAHDI/GX/${EXTEN},45)
```

```
exten => n, HangUp()
```

G1= usa las líneas del grupo X de mayor a menor.

```
exten => numero_a_marcar,1,Dial(DAHDI/rX/${EXTEN},45)
```

```
exten => n, HangUp()
```

r1= usa las líneas del grupo X de menor a mayor pero de manera aleatoria.

```
exten => numero_a_marcar,1,Dial(DAHDI/RX/${EXTEN},45)
```

```
exten => n, HangUp()
```

R1= usa las líneas del grupo X de mayor a menor pero de manera aleatoria.

2.1.5.3 Plan de marcación (dialplan)

El plan de marcación es el núcleo del sistema de telefonía IP y se encargará del procesamiento de todas las llamadas desde y hacia la PSTN, llamadas internas, hacia internet.

En el desarrollo del prototipo se plantea la utilización del protocolo de VoIP SIP en todas las extensiones de la empresa, ya que involucran una facilidad en el manejo de los estándares.

De acuerdo a lo establecido en la reunión de diseño con la Gerencia Administrativa de RINTECO se procederá a establecer cuál debe ser el comportamiento de la central PBX.

Cuando una llamada ingrese en base a un control se determinará si la llamada ingresada está dentro de los horarios de trabajo, si es ese el caso se emitirá el mensaje de bienvenida junto con el menú que se establezca, caso contrario se emitirá un mensaje que informe a la persona que llama que se encuentra fuera de los horarios de trabajo y se le podrá dar la opción de dejar un mensaje de voz.

El menú de bienvenida dará información en general de acceso a los diferentes departamentos, pero no permitirá el acceso directo a las gerencias de los diferentes departamentos, todas las llamadas que deseen realizar ésto deberán

dirigirse a la operadora para que se realice un filtrado y sea ésta la que direcciona al departamento requerido.

Si la opción escogida por el llamante no tiene respuesta, se le permitirá dejar un mensaje de voz para que posteriormente el mensaje sea enviado vía correo electrónico a la cuenta de correo registrada para el dueño de la extensión.

El sistema esperará 10 segundos posterior a la presentación de las opciones del menú, luego de este tiempo si no se ha digitado ninguna de las opciones la llamada se finalizará.

El menú principal tendrá 4 opciones, de acuerdo a la solicitud de Gerencia Administrativa, la misma que le permitirán al llamante ingresar a las siguientes opciones: ventas, servicio técnico, tono para fax y operadora.

Al ingresar al primer menú, se brindarán varias opciones de ventas de equipamiento y equipos, todas ellas serán dirigidas al departamento de ventas para poder ser gestionadas de acuerdo a las necesidades del comprador. En el segundo menú, se gestionarán las llamadas del departamento de servicio técnico en el cual se mencionará el nombre de los técnicos que conforman el departamento, la llamada será dirigida a su extensión dependiendo de la opción marcada en caso de no tener respuesta en la extensión marcada se dejará un mensaje de voz, el mismo que se dirigirá hacia el correo tanto de la persona a quien pertenece la extensión como al departamento general al que ingresó la llamada.

Hay que tener también en cuenta que tal vez la persona que llama no digite una opción válida, por lo cual en este caso se reproducirá un mensaje de error y se escuchará nuevamente el mensaje de inicio del menú respectivo, si no se ha marcado una opción correcta nuevamente la llamada será colgada, lo mismo sucederá en caso que tampoco se digite ninguna opción.

Las llamadas internas entre usuarios de la empresa se las realizará únicamente marcando la extensión correspondiente, también podrán tener acceso al servicio de buzón de voz marcando una extensión asignada para este propósito.

El control de llamadas hacia la PSTN se la realizará a través de patrones de marcado que serán definidos por los contextos, las opciones de marcado pueden ser: llamadas locales, regionales, comerciales, internacionales y a celulares dependiendo de los requerimientos de cada departamento

2.1.5.1 Configuración de los elementos del plan de marcación

Iniciamos con la creación de un dialplan, en el que se configurarán todos los posibles eventos que un usuario telefónico pueda generar, teniendo en cuenta las respectivas restricciones que pueden generar gastos excesivos.

Dentro del dial plan se encuentran habilitadas las diferentes características que queremos tenga nuestra PBX, es decir las aplicaciones tales como: el parqueo de llamadas, mensajes de voz, grupos de llamadas, etc. Así como el proceso a tomarse al digitar determinada extensión.

Para la configuración del dialplan se debe editar el archivo `/etc/asterisk/extensions.conf`. Un ejemplo de configuración del dialplan para la empresa puede observarse a continuación:

```
# cd/etc/asterisk
# vimextensions.conf
[DLPN_RINTECO]
autofallthrough=yes
include = CallingRule_Longdistance
include = CallingRule_IAXTEL
include = default
include = parkedcalls
include = conferences
include = ringgroups
include = voicemenus
include = queues
include = voicemailgroups
include = directory
include = pagegroups
```

```
include = page_an_extension
```

El proceso que debe seguir al marcarse determinada extensión, se lo detalla a continuación:

```
exten => 201,1,Dial(SIP/201,20,R)      ;se llama a la extension 201
                                       ;mediante SIP
exten => 201,2, HangUp()              ;cuelga la llamada
```

La primera línea indica que al marcar la extensión 201 todas las llamadas ingresarán a esta parte del dialplan, 1 es la prioridad y Dial es la aplicación que se usa para iniciar la llamada. La sintaxis de la aplicación dial es la siguiente:

*Dial(Technology/Resource[&Technology2/Resource2[&...]][,timeout[,options[,URL]]])*⁶⁸

- Dial: el nombre de la aplicación que nos permite efectuar la llamada.
- Technology: el protocolo o la tecnología utilizada para efectuar la llamada (ej: SIP, IAX2).
- Resource: el recurso utilizado para hacer la llamada o el número de extensión a llamar.
- Timeout: define los números de segundos dentro de los cuales la llamada debe ser contestada.
- Options: son las opciones que podemos añadir a la aplicación.
- URL: para enviar una dirección Web a la extensión llamada (si el teléfono soporta la funcionalidad).

Esta es una configuración simple; sin embargo, esto puede cambiar dependiendo del grado de complejidad que va adquiriendo la central PBX durante la configuración de la misma y cada una de sus necesidades.

En el anexo G se puede observar el archivo de configuración para el plan de marcado de la empresa.

2.1.5.1.1. Contextos

En la configuración del dialplan se crearán 13 contextos en los que se organizará el tráfico de comunicaciones.

⁶⁸Libro Asterisk 1.6.2.X v. 2.0 Diciembre 2010

En los dos primeros contextos se definirán parámetros de funcionamiento del archivo de configuración ([general]) y las variables globales ([globals]) a las que se hará referencia desde cualquier parte del dialplan.

Los demás contextos se describen a continuación⁶⁹:

[default]

Contendrá los patrones de marcado necesarios para que un dispositivo o usuario pueda marcar a los números de emergencia como por ejemplo 911 o 101.

[llamada_pstn]

Aquí se manejará el servicio de IVR el cual se dará a todas las llamadas que ingresen a el servidor desde la PSTN, también redireccionará las llamadas a las extensiones respectivas y servicios (buzón de voz, fax). Adicionalmente será en este contexto donde se determine si la hora en que ingrese la llamada está dentro de los horarios de trabajo establecidos.

[interno]

Este contexto manejará todas las llamadas internas que se puedan generar entre los miembros de la empresa.

[local]

Permite que se realicen llamadas locales desde la red interna hacia la PSTN. Este contexto incluye al contexto interno, pues todos los usuarios internos serán capaces de comunicarse a cualquier otra entidad local, se incluye la posibilidad de realizar llamadas gratuitas a través del prefijo 1800.

[regional]

Permite que se realicen llamadas a otras provincias. Para la marcación el patrón de marcado verifica se digiten los prefijos 02,03,...,07.

[celular]

El patrón de control de acceso a la red celular es a partir de la digitación de los prefijos: 039, 059, 069, 08, 09, este contexto se asignará únicamente a las áreas

⁶⁹ Tesis: ESTRADA JOSÉ, EPN, Mayo 2007

de gerencia y a la operadora, pues estas son las llamadas que mas costos pueden generar y sobre las que se debe tener un mayor control.

[internacional]

Permite realizar llamadas internacionales, si se tiene el marcado directo se verificará el patrón de acceso a través de los dígitos 00, el resto de los dígitos dependerá del código de cada país y de región. El contexto regional y por tanto el interno y local están incluidos en éste.

[comerciales]

Involucran el llamado de prefijos 1900 y 1700 que al tener costo deben ser manejados de manera cuidadosa, de igual manera se asignará esta posibilidad a los gerentes y a la operadora solamente.

[permisivo]

Este es un contexto al cual se pueden adjuntar cada uno de los contextos anteriores, se puede decir que es un contexto raíz, aquí se incluyen los contextos default, interno, local, regional, internacional, celular y comerciales.

[nivel1]

Este contexto tendrá acceso a la marcación de ciertos tipos de llamadas, incluye los contextos default, interno, local, regional y comercial.

[nivel2]

Incluye el contexto default, interno, local y regional.

2.1.5.1.2. Patrones de Marcado

Éstos son utilizados para el manejo de las llamadas hacia la PSTN, desde el punto de vista operacional no es factible que se cree una extensión para el marcado de cada una de las llamadas, por lo que es necesario la creación de patrones que indiquen que alguien realiza una llamada local, regional, celular, internacional, comercial, etc.

En general los patrones de marcado nos permiten simplificar un grupo de extensiones, en base a éstos podemos crear reglas que abarquen grandes cantidades de números en unas cuantas líneas.

Para representar una extensión cuya identificación puede variar se representa con un sub-guión (_), seguido del patrón que se desea controlar.

Los caracteres y combinaciones que se manejan son los siguientes:

X: equivale a un dígito 0-9

Z: equivale a un dígito 1-9

N: equivale a un dígito 2-9

[123456-9]: cualquier dígito dentro de los corchetes: 1, 2,3,4,5 y del 6 al 9

..: Equivale a uno o más dígitos sin importar el valor.

En base a lo revisado entonces una llamada local se representaría de la siguiente manera:

_ [2356] XXXXXX, que permite marcar hacia cualquier número telefónico dentro de la provincia de Pichincha.

2.1.5.1.3. Extensiones

Cada una de las extensiones estará configurada dentro del dialplan, como se observó anteriormente, modificando el archivo /etc/asterisk/sip.conf.

La distribución de las extensiones se las realiza de acuerdo al departamento al que pertenecen, teniendo como patrón distintivo el número inicial de la misma:

- Departamento administrativo: 3
- Departamento de ventas: 4
- Departamento técnico: 5
- Extensiones usadas para configuración de la PBX: 2

La asignación de cada una de las extensiones se puede observar en la tabla 2.17.

Extensión	Característica
201	IVR Mensaje Bienvenida RINTECO CIA LTDA
202	IVR Departamento de ventas
203	IVR Departamento de Soporte Técnicos
204	Tono de fax
301	Gerencia Administrativa

302	Operadora
401	Gerencia Ventas
402	Ventas 1
403	Ventas 1
501	Gerencia Técnica
502	Técnico 1
503	Técnico 2
800	Extensión de parqueo de llamada

Fig. 2.14 Distribución de las extensiones

A continuación un ejemplo de configuración de la extensión correspondiente a la operadora, con los parámetros básicos.

```
[operadora]                ;definición del usuario
type=friend                ;puede hacer y recibir llamadas
username=operadora        ;nombre del usuario para el registro
host=dynamic               ;obliga a que el usuario tenga que
                           registrarse
qualify=yes                ;permite mantener abiertas las sesiones NAT
nat=yes
secret=operadora          ;password del usuario
context=operadora         ;contexto al que pertenece el usuario en el
                           ;dialplan
disallow=all               ;deshabilita todos los codecs
allow=ulaw                 ;habilita el códec G.711 ulaw
allow=alaw
allow=gsm
```

2.1.5.1.4. Diseño de los IVRs

El diseño de los IVR se realizará de acuerdo al siguiente diagrama de bloques.

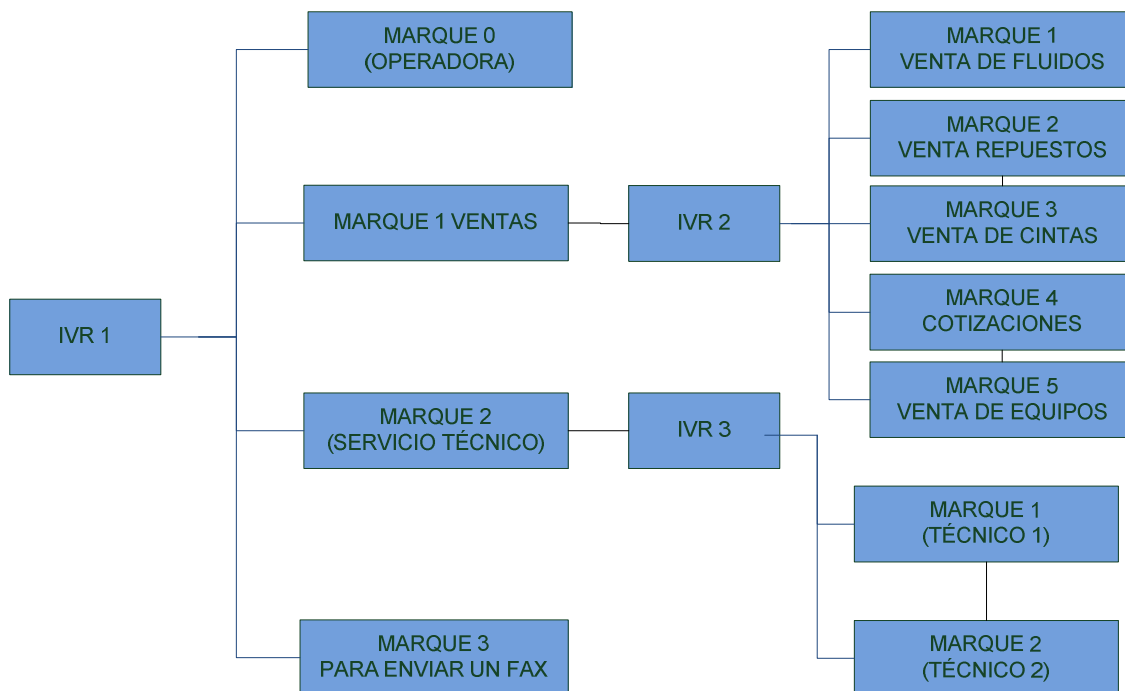


Fig. 2. 15 Diagrama de IVRs

Bloque IVR1

La llamada ingresa desde la PSTN directo a la PBX, el control indica si la llamada ingresada se encuentra dentro del horario de trabajo, si la llamada ingresada no se encuentra dentro de los horarios se emitirá un mensaje que informe de esto, si la llamada ingresa dentro de los horarios se ejecutara el primer IVR indicando un mensaje para poder conectar directamente con la extensión, si se conoce el número, caso contrario accede a las opciones de operadora (marcando 0). El menú se compone de la siguiente manera: Ventas (marque 1), Servicio técnico (marque 2), enviar un Fax (marque 3).

Bloque IVR2

Este bloque informara los diferentes casos de ventas, como: venta de fluidos (marque 1), venta de repuestos (marque 2), venta de cintas (marque 3), cotizaciones (marque 4), venta de equipos (marque 5). En caso de no estar disponible se permitirá dejar un mensaje de voz.

Bloque IVR3

Este bloque direcciona al departamento técnico, la llamada ingresará a la extensión que solicite el llamante, técnico 1 (marque 1), técnico 2 (marque 2), de similar manera sucederá el mismo caso anterior en caso de que la llamada no sea contestada.

Los pasos para la configuración del IVR se detallan a continuación:

Primero se debe configurar un idioma en específico en la reproducción de mensajes de Asterisk se debe especificar como es el valor del lenguaje, por ejemplo (lenguaje=es) en el archivo `etc/asterisk/dadhi.conf` además de en los archivos `etc/asterisk/iax.conf` y `etc/asterisk/sip.conf`. Posterior a la configuración del idioma se deben descargar el set sonidos para el idioma seleccionado, estos archivos se encuentran comprimidos en formato `.gsm` los que deben copiarse dentro del directorio `/var/lib/asterisk/sounds` en una carpeta con el nombre que identifique al idioma, para nuestro ejemplo caso “es”.

En base a lo revisado para el caso de una llamada entrante, la cual desea comunicarse con una extensión dentro de la empresa, se reproducirá el mensaje de Bienvenida de RINTECO CIA. LTDA: “Gracias por llamar a RINTECO CIA. LTA, para comunicarse con el departamento de ventas marque 1, soporte técnico 2, si desea dejar un fax marque 3, para comunicarse con la operadora marque 0 o espere en la línea.”

A continuación un ejemplo de configuración básico para un IVR. Como primer paso editaremos el archivo `/etc/asterisk/extensions.conf`, crearemos un contexto llamado `[menu_dia]` tal como se observa:

```
[menu_dia]
exten => s,1,Answer()           ;la opción s indica donde inicia la
                                ;llamada
exten => s,n,Wait(1)            ;espera 1segundo
exten => s,n,Background(menu_bienvenida) ;reproducimos un
                                ;archivo ;llamado
                                ;menu_bienvenida
exten => s,n,WaitExten(5)        ;espera una marcación por 5
                                ;segundos
; configuramos a continuación las opciones de marcado
```

```

exten => 1,1,Goto(users,202,1)      ;ir al usuario 202 "extension
                                   ;departamento de ventas"

exten => 1,1,Goto(users,203,1)      ;ir al usuario 203 "extensión
                                   ;departamento de soporte
                                   tec."

exten => 1,1,Goto(users,204,1)      ;ir a usuario 204 "extensión
                                   de ;tono de fax"

exten => *,1,Goto(s,1)              ;saltara a "s" es decir el
                                   ;inicio prioridad 1

;cuando se ejecuta una opcion errónea

exten => i,1,playback(pbx-invalid)  ;mensaje que informa que la
                                   opción no es valida

exten => i,n,Goto(s,1)              ;reproduce nuevamente el IVR

;configuraremos el timeout para que el IVR tome una decisión en
;caso ;de no digitarse ninguna opcion

exten => t,1,Playback(goodbye)      ;reproduce un archivo de
                                   ;despedida

exten => t,n,Hangup()              ;cuelga la llamada

```

Todos los mensajes deben ser grabados previamente de la siguiente manera

```

;creamos una extensión en la cual grabaremos cada uno de los
;mensajes

exten => 1000,1,Answer()

exten => 1000,n,Wait(1)

exten =>1000,n,Record(mensaje.wav)  ;nos da tono para grabar
                                   ;mensaje, lo grabamos en
                                   ;formato .wav

exten =>1000,n,Wait(1)              ;espera un segundo luego de
                                   la ;grabación

exten => 1000,n,Playback(mensaje)  ;escuchamos la grabación

exten =>1000,n,Hangup()            ;colgamos la llamada

```

El archivo de configuración de los IVR se realiza en el archivo `extensions.conf` y se detalla en el anexo G.

2.1.5.1.5. Aplicaciones

Se ha revisado con anterioridad el comportamiento del plan de marcación para la empresa, a continuación describiremos como se hará uso de las aplicaciones y el funcionamiento de éstas para poder cumplir con dicho plan.

Tipo de aplicación	Parámetros	Descripción
Answer	Answer(retardo)	Responde la llamada, puede especificarse un tiempo de espera en milisegundos.
Background	Background (archivo)	Reproduce un archivo de voz, permitiendo al usuario interrumpir la reproducción pulsando una tecla.
Busy Tone		Genera un tono de ocupado a la llamada entrante.
Congestion	Congestion(tiempo de espera)	Indica que existe congestión al llamante.
Dial	Dial(tecnología, timeout)	Conecta una llamada que recibe el servidor con un canal especificado
DigitTimeout	DigitTimeout (retardo)	Establece el tiempo máximo entre el dicado de los dígitos
Goto	Goto(contexto, extensión, prioridad)	Permite saltar a una prioridad, extensión y contexto, usado al digitar un patrón equivocado.
Gotolf	GotoIf(condición, etiquetas iverdad:etiquitasifalso)	Es un Goto condicional. Si la condición se cumple se aplica la primera etiqueta, si es falta salta a la segunda.
GotolfTime	GotoIfTime(horarios, días de la semana, días del mes, meses)	Permitirá el salto a una ubicación específica dentro del plan de marcación si el tiempo especificado como parámetro corresponde con el tiempo actual.
Hangup	Hangup ()	Cierra el canal que está siendo usado
Playback	Playback(archivo)	Reproduce un archivo de voz sin interrupciones para el usuario
WaitExten	WaitExten(segundos)	Espera que el usuario ingrese una extensión por un número de segundos

Fig. 2.16Aplicaciones comunes usadas en Asterisk

2.1.5.1.6. Configuración de softphone

La empresa maneja equipos que únicamente tienen sistema operativo Windows por este motivo nos enfocaremos en la configuración de un softphone para Windows como es el (X-lite), se lo puede descargar en la dirección: <http://x-lite.softonic.com/>



Fig. 2. 17 Configuración de Softphone X-lite

Los parámetros para configurar el dispositivo son los siguientes:

Display name: Nombre para mostrar.

User name: nombre de usuario o extensión SIP que se creó en el servidor asterisk.

Password: Contraseña que se configuró en el servidor para la extensión.

Authotization user name: El mismo nombre de usuario.

Domain: Dirección IP del servidor Asterisk.

Una vez configurados los parámetros, se acepta los cambios y en la pantalla del softphone deberá indicar que el usuario está registrado.

CAPÍTULO 3

COSTOS DE DISEÑO

El presente capítulo presenta un estudio de costos en base a las especificaciones antes revisadas.

La estimación de costos permitirá determinar la inversión que deberá hacer la empresa RINTECO CIA. LTDA, para determinar la viabilidad del proyecto y su implementación.

3.1. COSTOS DE EQUIPOS

Estos se refieren a los equipos necesarios como son el servidor Asterisk, tarjetas de interfaz analógica, teléfonos IP, adaptadores ATA, respaldos de energía UPS, etc.

En base a las características mínimas revisadas en el capítulo dos, sección 2.1.3, estableceremos los componentes que cumplen con los requerimientos para el CPU que se usara como modelo de servidor (clon).

Dentro de los procesadores a ser tomados en cuenta tenemos:

Componente	Descripción	Costo (USD)
Intel Dual Core E5800 3.2GHz, 800MHz	72	80,64
Intel Dual Core E5700 3.0GHz, 800MHz	64	71,68
Intel Dual Core E5500 2.8GHz, 800MHz	72	80,64
Intel Dual Core E5400 2.7GHz, 800MHz	67	75,04
Intel Dual Core E5300 2.6GHz, 800MHz	67	75,04
Intel Dual Core E5200 2.5GHz, 800MHz	72	80,64

Tabla 3. 1 Procesadores

Cada uno de ellos tiene similitudes en las características y tecnologías; sin embargo, optaremos por el uso del más económico, siendo este el único factor que se ha tomado en cuenta para la elección. Entonces escogemos el procesador Intel Dual Core E5700 3.0GHz, 800MHz.

Según lo observado la memoria mínima del sistema es 768 MB, entonces se puede utilizar de manera estandarizada una capacidad de memoria de 1GB; sin embargo en el mercado actualmente se maneja memorias con capacidad de 2GB fácilmente por lo que escogemos ésta, la marca a usar es Kingston por ser una de las más usadas en el mercado nacional.

La capacidad requerida en disco indica 4,14 GB tomando en cuenta que en la actualidad existen discos que como mínimo tienen capacidades de 120 GB o superiores, escogeremos el de esta capacidad.

Los elementos restantes como DVD, case, mouse, teclado, etc. no tienen mayor relevancia; sin embargo se ha escogido los detallados en la tabla a continuación.

Componente	Descripción	Costo (USD)
Procesador	INTEL DUAL CORE E5700 3.0GHZ	64
Memoria RAM	DIMM KINGSTON 2GB PC-1333	22,75
Disco Duro	120GB SATA 7200RPM	36,40
Case	CASE QUASAD SX-C9316D MIDT	58,24
DVD	DVD-RWRITER LG GH22NS70 INT.	29,12
SUBTOTAL		313,94
IVA (12%)		25,26
TOTAL		339,20

Tabla 3. 2 Costo del servidor Asterisk

Los componentes antes vistos tiene una mayor eficiencia que la mínima requerida; sin embargo, se justifica el dimensionamiento con los elementos enlistados debido a que al trabajar con equipos que cumplan con los requisitos

mínimos(es decir equipos antiguos), ocasionará futuros inconvenientes al momento que se requiera cambiar uno de los elementos del servidor ya que por la antigüedad del mismo no exista en el mercado y con esto se deba cambiar la mayoría de los componentes del servidor.

Tenemos entonces la siguiente tabla con la descripción y precios de los equipos restantes que conforman la red VoIP y el costo del servidor.

Las especificaciones de los equipos se las observa en el anexo C

Componente	Descripción	Precio (USD)
Servidor (Clon)	INTEL DUAL CORE de 3.0 GHz, RAM 2GB, Disco duro de 120 GB	339,20
Tarjeta de interfaz analógica	DIGIUM TDM400P PCI	280
Teléfono IP	GRANDSTREAM GPX 280	108
Adaptador Analógico (ATA)	Cisco SMB PAP2T	75
UPS	APC BACK-UPS XS 1300VA LCD 120V	150
TOTAL		952,20

Tabla 3. 3 Costo de los equipos de la red VoIP

Se ha escogido el teléfono IP Grandstream GPX 280 de los dos posibles a ser usados ya que el mismo tiene un precio más económico; sin embargo cumple con todas las necesidades requeridas, tales como el parqueo de llamadas, transferencia, renvío, llamada en espera, conferencia, etc. Todas estas características se encuentran detalladas en el anexo B.

El adaptador analógico (ATA) y respaldo de energía (UPS) se escogen en base a las características técnicas observadas en el anexo B.

3.2. COSTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En la siguiente tabla se detallan los costos del cableado estructurado, es decir los elementos pasivos. La cantidad de cableado necesario fue calculada en el capítulo 2, sección 2.1.4.6.1.

Elemento	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Cable UTP CAT. 6A	1 (305 m)	471,41	471,41
Cable Telefónico plano	1 (300m)	34	34
Conector RJ-45 CAT. 6	8	0,34	2,72
Jack RJ-45 CAT. 6	8	9,24	73,92
Patch Cord (3 pies)	8	8,23	65,84
Patch cord (7pies)	8	9,78	78,24
Face plate 1,2 y 4 posiciones	7	1,12	11,44
Canaleta 20mm x 12 mm	20	1,33	26,6
Rack cerrado desmontable	1	1057.84	1057.84
Accesorios de canalización	-	-	20
TOTAL			1842,01

Tabla 3. 4 Costo del cableado estructurado

3.3. COSTOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN

Se detalla a continuación los costos generados por ítems como diseño de la central PBX, instalación del servidor y aplicaciones, instalación de puntos de voz y datos, así como el costo de mantenimiento de la central PBX.

Elemento	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Diseño de la red	20(horas)	10	200
Instalación y configuración de servidor, sistema operativo, aplicaciones y servicios.	40(horas)	10	400
Instalación de puntos de datos	8	15	120
Instalación de puntos de voz	4	15	60
Mantenimiento de la central (una vez por año)	1	20	20
TOTAL			800

Tabla 3. 5 Costo de diseño e instalación

3.4. COSTO TOTAL DEL DISEÑO

Ítem	Costo(USD)
Costo de equipo	952.20
Costo de cableado estructurado	1842.01
Costo de instalación	800
TOTAL	3594.21

Tabla 3. 6 Costo total

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Mientras mayor es el tamaño de la carga útil, menor es la eficiencia del sistema, así mismo el tiempo de retardo en el arribo de la información se incrementa, lo que repercute en un problema para este tipo de servicios que operan en tiempo real. Debido a esto es indispensable el correcto dimensionamiento del servidor tomando en cuenta las variantes que puede poseer el servidor y las aplicaciones adicionales que se incrementarán en éste a futuro.
- El número de extensiones no es un limitante en la estructura de un sistema VoIP, el factor crítico a ser tomado en cuenta es el número de llamadas que pueden establecerse de manera simultánea, debido a que por cada llamada exitosa se establece un canal de comunicación, el mismo que consumirá un ancho de banda, determinado por el tipo de códec utilizado y la compresión de éste, de modo que mientras más sea el número de llamadas concurrentes, mayor será el ancho de banda que se demande de la conexión.
- Frente a la telefonía analógica, los sistemas de VoIP junto con el abaratamiento de los métodos de procesamiento digital de señales, claves en la compresión y descompresión de la voz, han hecho posible el despliegue de las tecnologías de VoIP, desarrollando múltiples ventajas lo que permiten que estos sistemas hoy en día sean implementados en la mayoría de empresas, facilitando al usuario funcionalidades que antes únicamente las proporcionaban los proveedores de telefonía tradicional de manera que actualmente el administrador de la central tiene en sus manos un sinnúmero aplicaciones que pueden ser implementadas de acuerdo a los requerimientos del cliente.

- El avance tecnológico en la transmisión de la información, acarrea la necesidad de disponer de una red escalable, flexible, confiable y de gran capacidad, es por eso que se ha planificado un tipo de red como la propuesta que cumpla con los requerimientos antes mencionados con el fin de brindar un mejor soporte a los cambios que deba realizarse en el servidor y a su vez dar una mejor calidad de servicio.
- Una de las características del hardware telefónico es la supresión de ecos; sin embargo, esta característica hace que el costo del mismo se vea incrementado, en base a lo revisado el uso de un supresor de ecos se hace indispensable en entornos en los que el número de llamadas concurrentes es alto ya que existiría demasiados datos circulando a través de la red. A pesar de esto para no inutilizar esta característica se puede usar HPEC, un software que cumple con el funcionamiento que desempeña el supresor de ecos.
- Asterisk puede utilizar varios códecs para la compresión de la voz, para el diseño planteado se usará el códec G.711, si bien es verdad que ocupa el mayor ancho de banda de entre los códecs revisados, no emplea compresión y por ende la calidad de voz es mejor ya que al no ser comprimida la información, menor será la pérdida de datos y de igual manera también involucra un menor uso del procesador.
- El uso de supresores de silencios implica que se puede trabajar con anchos de banda menores, ya que al no ser transmitidos paquetes de datos que no contienen información; es decir, la transmisión se reduce a las situaciones en que los agentes están hablando, se logrará liberar los enlaces aprovechando el ancho de banda existente e incluso aumentar el número de conexiones de VoIP simultáneas.
- Al usar servidores Asterisk para cada una de las sedes en las distintas ciudades posibilita la intercomunicación entre cada una de ellas sin la necesidad de tener que cubrir un costo por la llamada a través de las red pública, únicamente se realiza el pago por cargos de acceso a Internet.

- Se utilizó el protocolo SIP para la comunicación sobre VoIP, a pesar que puede representar un riesgo en la seguridad ya que maneja tres puertos diferentes para la comunicación de los cuales únicamente uno es estático; sin embargo este es un protocolo que lo usan la mayoría de los dispositivos para VoIP y por ende mucho más fácil de conseguir en el mercado,
- Al utilizar el protocolo SIP se reduce el procesamiento que realiza el servidor a pesar que el puerto usado para la señalización de control pasa siempre por el servidor, la transmisión de audio puede realizarse extremo a extremo.
- El protocolo IAX posee ciertas ventajas sobre su similar SIP, esto debido a que hace uso de un solo puerto tanto para la señalización como para los datos, lo que disminuye la sobrecarga asociada a las cabeceras de los paquetes IP y con ello también el ancho de banda consumido, además lo hace más robusto frente a firewalls al tener que pasar solamente por un puerto, evitando los problemas de NAT; sin embargo el principal inconveniente al usar IAX es la disposición de equipos ya que éste no es un protocolo estandarizado.

4.2 RECOMENDACIONES

- Las vulnerabilidades presentadas en la infraestructura actual indican un desconocimiento de las normativas de cableado estructurado, poniendo en riesgo los equipos y siendo de fácil manipulación, son propensos a poder sufrir cambios en la configuración o la misma pérdida de conexión, razón por la que es necesario aislar los equipos en un cuarto especialmente acondicionado para estos equipos, con el espacio suficiente y temperaturas adecuadas.
- Previo a la instalación de Asterisk, lo primero a realizar, es dotar al sistema operativo de los paquetes y librerías necesarios para poder compilarlo e instalarlo.
- Al trabajar con software libre se posee un soporte sinfín para cualquier inconveniente que se presente en el servidor. La web alberga una gran variedad de información, foros, videos, etc. que brindan información ante cualquier eventualidad que se presente, siendo éste el principal motivo por el que se ha optado por montar el servidor sobre LINUX.
- El uso del protocolo IAX es más manejable en los entornos en los que se debe tratar elementos que empleen NAT debido a que este protocolo utiliza un solo canal para la señalización y el tráfico de voz. Aun cuando este no es un protocolo muy utilizado debido a que no existe gran variedad de dispositivos que manejen este protocolo, es recomendable el cambio hacia este protocolo con el fin de brindar un mejor nivel de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

Páginas web

- URL:<http://www.3cx.es/voip-sip/h323.php>
- URL:<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>
- URL:<http://www.monografias.com/especiales/telefonaiip/index.shtml>
- URL: <http://www.voipforo.com/H323/H323senalizacion.php>
- URL:<http://www.voipforo.com/IAX/IAX-ejemplo-mensajes.php>
- URL:http://www.telefoniaip.uchile.cl/capacitacion_telefonia.htm
- URL:<http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>
- URL:<http://conociendo-telefonaiip.blogspot.com/2007/07/estndar-voip.html>
- URL:http://www.quarea.com/tutorial/que_es_telefonia_IP
- URL:<http://www.osmosislatina.com/conectividad/voip.htm>
- URL:<http://www.monografias.com/trabajos26/voz-sobre-ip/voz-sobre-ip.shtml>
- URL:<http://www.monografias.com/trabajos11/descripip/descripip.shtml>
- URL:http://www.uninorte.edu.co/divisiones/ingenierias/Dpto_Sistemas/lab_redes/upload/file/MANUAL_DE_INSTALACION_Y_CONFIGURACION_DE_UN_SERVIDOR_ASTERISK.pdf
- URL:http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php
- URL:<http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>
- URL:<http://blog.manuelviera.es/2011/01/ficheros-de-configuracion-y-directorios-en-asterisk/>
- URL:<http://www.asteriskcr.com/?tag=cancelador-de-eco>
- URL:<http://tienda.servitux.es/31-analogicas-fxo-fxs>
- URL:<http://voipex.blogspot.com/2006/03/telefonos-tipos-poe.html>
- URL:<http://www.mwb-voip.cl/recursos.html>
- URL:http://www.simon.com/la/company/press_releases/05-09-01_Costo.asp

Tesis

- REYES Augusto, CAYAMBE Fernando “Análisis e implementación de un prototipo para telefonía IP utilizando software libre, seleccionado en base al estándar IEEE 830, como alternativa de comunicación de voz entre dependencias del municipio del distrito metropolitano de Quito (MDMDQ).”
- ESTRADA José “Diseño e implementación del prototipo de un sistema de seguridad para la red de voz y datos de la corporación Machangarasoft , utilizando el sistema operativo Linux.”
- PALACIOS Quetty “Diseño de una red de telecomunicaciones para Petroproducción distrito Quito con fibra óptica.”
- TATÉS Germán, PÉREZ Carlos “Estudio e implementación de una central de comunicaciones unificadas para la empresa Expertech Soluciones Informáticas Cía. Ltda.”
- AVEIGA Diana “Diseño de la red de Telefonía IP y su integración con la red de datos para la comunicación de la Matriz con las sucursales de Importadora Vega S.A.”
- HURTADO Roberto “Diseño de la red inalámbrica integrada de voz y datos con calidad de servicio y seguridades de red para Casa Matriz del Banco Nacional de Fomento.”
- BENÍTEZ Yahaira, DUQUE Herminia “Diseño de una propuesta de red de unificación de las redes de telecomunicaciones de las filiales de Petroecuador administrada por PETROTELECOM.”

Libros

- CABEZAS POZO José Damián “Sistemas de Telefonía “, Editorial Thompson Paraninfo
- HUIDROBO José M. ROLDÁN David, “Integración de voz y datos”, Editorial McGraw-Hill, 2003
- Voz to voice, “Asterisk 1.6.2.X v. 2.0”, Diciembre 2011.
- O'RELLY, “Asterisk The definitive guide”.
- SINCHE Soraya, Comunicaciones Inalámbricas, Quito, 2009.

ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE EARLANG B CON DIFERENTE GRADO DE SERVICIO

ErlangB Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus Band N											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	B is 2%	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44
26	11.54	12.97	13.70	15.80	16.96	18.38	20.94	23.89	26.43	28.94	34.39	41.10
27	12.21	13.69	14.44	16.60	17.80	19.27	21.90	24.94	27.57	30.16	35.80	42.76
28	12.88	14.41	15.18	17.41	18.64	20.15	22.87	26.00	28.71	31.39	37.21	44.41
29	13.56	15.13	15.93	18.22	19.49	21.04	23.83	27.05	29.85	32.61	38.63	46.07
30	14.25	15.86	16.68	19.03	20.34	21.93	24.80	28.11	31.00	33.84	40.05	47.74
31	14.94	16.60	17.44	19.85	21.19	22.83	25.77	29.17	32.14	35.07	41.46	49.40
32	15.63	17.34	18.21	20.68	22.05	23.73	26.75	30.24	33.28	36.30	42.88	51.06
33	16.34	18.09	18.97	21.51	22.91	24.63	27.72	31.30	34.43	37.52	44.30	52.72
34	17.04	18.84	19.74	22.34	23.77	25.53	28.70	32.37	35.58	38.75	45.72	54.38
35	17.75	19.59	20.52	23.17	24.64	26.44	29.68	33.43	36.72	39.99	47.14	56.04
36	18.47	20.35	21.30	24.01	25.51	27.34	30.66	34.50	37.87	41.22	48.56	57.70
37	19.19	21.11	22.08	24.85	26.38	28.25	31.64	35.57	39.02	42.45	49.98	59.37
38	19.91	21.87	22.86	25.69	27.25	29.17	32.62	36.64	40.17	43.68	51.40	61.03
39	20.64	22.64	23.65	26.53	28.13	30.08	33.61	37.72	41.32	44.91	52.82	62.69
40	21.37	23.41	24.44	27.38	29.01	31.00	34.60	38.79	42.48	46.15	54.24	64.35
41	22.11	24.19	25.24	28.23	29.89	31.92	35.58	39.86	43.63	47.38	55.66	66.02
42	22.85	24.97	26.04	29.09	30.77	32.84	36.57	40.94	44.78	48.62	57.08	67.68
43	23.59	25.75	26.84	29.94	31.66	33.76	37.57	42.01	45.94	49.85	58.50	69.34

44	24.33	26.53	27.64	30.80	32.54	34.68	38.56	43.09	47.09	51.09	59.92	71.01
45	25.08	27.32	28.45	31.66	33.43	35.61	39.55	44.17	48.25	52.32	61.35	72.67
46	25.83	28.11	29.26	32.52	34.32	36.53	40.55	45.24	49.40	53.56	62.77	74.33
47	26.59	28.90	30.07	33.38	35.22	37.46	41.54	46.32	50.56	54.80	64.19	76.00
48	27.34	29.70	30.88	34.25	36.11	38.39	42.54	47.40	51.71	56.03	65.61	77.66
49	28.10	30.49	31.69	35.11	37.00	39.32	43.53	48.48	52.87	57.27	67.04	79.32
50	28.87	31.29	32.51	35.98	37.90	40.26	44.53	49.56	54.03	58.51	68.46	80.99
51	29.63	32.09	33.33	36.85	38.80	41.19	45.53	50.64	55.19	59.75	69.88	82.65
52	30.40	32.90	34.15	37.72	39.70	42.12	46.53	51.73	56.35	60.99	71.31	84.32
53	31.17	33.70	34.98	38.60	40.60	43.06	47.53	52.81	57.50	62.22	72.73	85.98
54	31.94	34.51	35.80	39.47	41.51	44.00	48.54	53.89	58.66	63.46	74.15	87.65
55	32.72	35.32	36.63	40.35	42.41	44.94	49.54	54.98	59.82	64.70	75.58	89.31
56	33.49	36.13	37.46	41.23	43.32	45.88	50.54	56.06	60.98	65.94	77.00	90.97
57	34.27	36.95	38.29	42.11	44.22	46.82	51.55	57.14	62.14	67.18	78.43	92.64
58	35.05	37.76	39.12	42.99	45.13	47.76	52.55	58.23	63.31	68.42	79.85	94.30
59	35.84	38.58	39.96	43.87	46.04	48.70	53.56	59.32	64.47	69.66	81.27	95.97
60	36.62	39.40	40.80	44.76	46.95	49.64	54.57	60.40	65.63	70.90	82.70	97.63
61	37.41	40.22	41.63	45.64	47.86	50.59	55.57	61.49	66.79	72.14	84.12	99.30
62	38.20	41.05	42.47	46.53	48.77	51.53	56.58	62.58	67.95	73.38	85.55	101.0
63	38.99	41.87	43.31	47.42	49.69	52.48	57.59	63.66	69.11	74.63	86.97	102.6
64	39.78	42.70	44.16	48.31	50.60	53.43	58.60	64.75	70.28	75.87	88.40	104.3
65	40.58	43.52	45.00	49.20	51.52	54.38	59.61	65.84	71.44	77.11	89.82	106.0
66	41.38	44.35	45.85	50.09	52.44	55.33	60.62	66.93	72.60	78.35	91.25	107.6
67	42.17	45.18	46.69	50.98	53.35	56.28	61.63	68.02	73.77	79.59	92.67	109.3
68	42.97	46.02	47.54	51.87	54.27	57.23	62.64	69.11	74.93	80.83	94.10	111.0
69	43.77	46.85	48.39	52.77	55.19	58.18	63.65	70.20	76.09	82.08	95.52	112.6
70	44.58	47.68	49.24	53.66	56.11	59.13	64.67	71.29	77.26	83.32	96.95	114.3
71	45.38	48.52	50.09	54.56	57.03	60.08	65.68	72.38	78.42	84.56	98.37	116.0
72	46.19	49.36	50.94	55.46	57.96	61.04	66.69	73.47	79.59	85.80	99.80	117.6
73	47.00	50.20	51.80	56.35	58.88	61.99	67.71	74.56	80.75	87.05	101.2	119.3
74	47.81	51.04	52.65	57.25	59.80	62.95	68.72	75.65	81.92	88.29	102.7	120.9
75	48.62	51.88	53.51	58.15	60.73	63.90	69.74	76.74	83.08	89.53	104.1	122.6
76	49.43	52.72	54.37	59.05	61.65	64.86	70.75	77.83	84.25	90.78	105.5	124.3
77	50.24	53.56	55.23	59.96	62.58	65.81	71.77	78.93	85.41	92.02	106.9	125.9
78	51.05	54.41	56.09	60.86	63.51	66.77	72.79	80.02	86.58	93.26	108.4	127.6
79	51.87	55.25	56.95	61.76	64.43	67.73	73.80	81.11	87.74	94.51	109.8	129.3
80	52.69	56.10	57.81	62.67	65.36	68.69	74.82	82.20	88.91	95.75	111.2	130.9
81	53.51	56.95	58.67	63.57	66.29	69.65	75.84	83.30	90.08	96.99	112.6	132.6
82	54.33	57.80	59.54	64.48	67.22	70.61	76.86	84.39	91.24	98.24	114.1	134.3
83	55.15	58.65	60.40	65.39	68.15	71.57	77.87	85.48	92.41	99.48	115.5	135.9
84	55.97	59.50	61.27	66.29	69.08	72.53	78.89	86.58	93.58	100.7	116.9	137.6
85	56.79	60.35	62.14	67.20	70.02	73.49	79.91	87.67	94.74	102.0	118.3	139.3
86	57.62	61.21	63.00	68.11	70.95	74.45	80.93	88.77	95.91	103.2	119.8	140.9
87	58.44	62.06	63.87	69.02	71.88	75.42	81.95	89.86	97.08	104.5	121.2	142.6
88	59.27	62.92	64.74	69.93	72.82	76.38	82.97	90.96	98.25	105.7	122.6	144.3
89	60.10	63.77	65.61	70.84	73.75	77.34	83.99	92.05	99.41	107.0	124.0	145.9
90	60.92	64.63	66.48	71.76	74.68	78.31	85.01	93.15	100.6	108.2	125.5	147.6

91	61.75	65.49	67.36	72.67	75.62	79.27	86.04	94.24	101.8	109.4	126.9	149.3
92	62.58	66.35	68.23	73.58	76.56	80.24	87.06	95.34	102.9	110.7	128.3	150.9
93	63.42	67.21	69.10	74.50	77.49	81.20	88.08	96.43	104.1	111.9	129.8	152.6
94	64.25	68.07	69.98	75.41	78.43	82.17	89.10	97.53	105.3	113.2	131.2	154.3
95	65.08	68.93	70.85	76.33	79.37	83.13	90.12	98.63	106.4	114.4	132.6	155.9
96	65.92	69.79	71.73	77.24	80.31	84.10	91.15	99.72	107.6	115.7	134.0	157.6
97	66.75	70.65	72.61	78.16	81.25	85.07	92.17	100.8	108.8	116.9	135.5	159.3
98	67.59	71.52	73.48	79.07	82.18	86.04	93.19	101.9	109.9	118.2	136.9	160.9
99	68.43	72.38	74.36	79.99	83.12	87.00	94.22	103.0	111.1	119.4	138.3	162.6
100	69.27	73.25	75.24	80.91	84.06	87.97	95.24	104.1	112.3	120.6	139.7	164.3

N is the number of servers. The numerical column headings indicate blocking probability B in%. Table generated by Dan Dexter

ANEXO B
HARDWARE TELEFÓNICO

TELEFONOS IP



GXP2100 Enterprise IP Telephone



GXP2100 is a next generation enterprise grade IP phone that features 4 lines, a 180x90 backlit graphical LCD, 3 XML programmable context-sensitive soft keys, 7 XML programmable BLF extension keys, dual network ports with integrated PoE, and 5-way conference. The GXP2100 delivers superior HD audio quality, rich and leading edge telephony features, personalized information and customizable application service, automated provisioning for easy deployment, advanced security protection for privacy, and broad interoperability with most 3rd party SIP devices and leading SIP/NGN/IMS platforms. It is a perfect choice for enterprise users looking for a high quality, feature rich multi-line IP phone with the best values.

Feature Highlights

- 180x90 pixel backlit graphical LCD display with up to 8 level grayscale
- 4 dual-color line keys (with 4 SIP accounts), 3 XML programmable context-sensitive soft keys, up to 5-way conference, and up to 11 call appearances with 7 dual-color BLF extension keys
- HD wideband audio, superb full-duplex hands-free speakerphone with advanced acoustic echo cancellation and excellent double-talk performance
- Large phonebook (up to 2,000 contacts) and call history (up to 2,000 records)
- Automated personal information service (e.g., local weather, stock, currencies, RSS news, etc), personalized music ring tone/ring back tone/music-on-hold, flexible customizable screen content & format using XML, and advanced Web and enterprise applications integration (pending)
- Dual switched auto-sensing 10/100Mbps network ports with integrated PoE
- Automated provisioning using TR-069 or encrypted XML configuration file, SRTP and TLS for advanced security protection, 802.1x for media access control



GXP2100 Technical Specifications

Protocols/Standards	SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, TR-069, 802.1x, IPV6 (pending)
Network Interfaces	Dual switched 10/100Mbps ports with integrated PoE
Graphic Display	Back-lit 180x90 graphical LCD display with up to 8 level grayscale
Feature Keys	4 line keys with dual-color LED and 4 independent SIP accounts, 7 programmable BLF extension keys with dual-color LED, 3 XML programmable context sensitive soft keys, 5 navigation/menu/volume keys, 11 dedicated function keys for: HOLD, SPEAKERPHONE, SEND/REDIAL, TRANSFER, CONFERENCE, MUTE, HEADSET, INTERCOM/PAGING, VOLUME, PHONEBOOK/CONTACTS, and MESSAGE (with LED indicator)
Voice Codec	Support for G.723.1, G.729A/B, G.711µ/a-law, G.726, G.722 (wide-band), and iLBC, in-band and out-of-band DTMF (in audio, RFC2833, SIP INFO)
Telephony Features	Hold, transfer, forward, 5-way conference, busy-lamp-field (BLF), call park, pickup, shared-call-appearance (SCA)/bridged-line-appearance (BLA), downloadable phone book (XML, LDAP, up to 2,000 items), call waiting, call log (up to 2,000 records), XML customization of screen, off-hook auto dial, auto answer, click-to-dial, flexible dial plan, hot desking, personalized music ringtones and music on hold, server redundancy and fail-over
HD Audio	Yes, both on handset and speakerphone
Headset Jack	Both RJ9 and 2.5mm jacks for professional and casual use

Base Stand	Yes, allows 2 angle positions
Wall Mountable	Yes
QoS	Layer 2 (802.1Q, 801.2p) and Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS
Security	User and administrator level passwords, MD5 and MD5-session based authentication, AES based secure configuration file, SRTP, TLS, 802.1x media access control
Multi-language	Yes (English, German, Italian, French, Spanish, Chinese, Korean, Japanese, etc)
Upgrade/Provisioning	Firmware upgrade via TFTP/HTTP/HTTPS, mass provisioning using TR-069 or encrypted XML configuration file
Power & Green Energy Efficiency	Universal power adapter included: Input: 100-240VAC 50-60Hz; Output: +5VDC, 800mA); Integrated Power-over-Ethernet (802.3af); Max power consumption 2.5W (power adapter) or 3W (PoE)
Physical	Dimension: 222mm (W) x 210mm (L) x 93mm (H); Unit weight: 0.98KG; Package weight: 1.63KG
Temperature and Humidity	32-104°F/ 0-40°C, 10-90% (non-condensing)
Package Content	GXP2100 phone, handset with cord, base stand, universal power supply, network cable, Quick Start Guide
Compliance	FCC Part 15 (CFR 47) Class B; EN55022 Class B, EN55024, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN 60950-1; AS/NZS CISPR 22 Class B, AS/NZS CISPR 24, RoHS; UL 60950 (power adapter)



GXP280/285 **Small Business IP Telephone**



GXP280/285 are next generation small business SIP phones that feature 1 line (1 SIP account), 2 call appearances (allowing up to 2 simultaneous calls), 128x32 graphic LCD, 3 context-sensitive soft keys, dual 10M/100Mbps network ports, and optional integrated Power-over-Ethernet (GXP285 only). The GXP280/285 deliver superior HD audio quality, comprehensive telephony features, automated provisioning capability for easy deployment, advanced security protection for privacy, and broad interoperability with most 3rd party SIP devices and leading SIP/NGN/IMS platforms. They are an ideal entry level IP telephony solution for small business users needing a high quality, feature rich yet affordable single-line SIP phone.

Feature Highlights

- 128 x 32 pixel graphical LCD with support for multiple languages
- 1 line SIP account and 2 call appearances (allowing 2 simultaneous calls and 3-way conference)
- 3 context-sensitive soft keys
- HD wideband audio, full-duplex speakerphone with advanced acoustic echo cancellation
- Dual switched auto sensing 10/100 Mbps network ports, Power-over-Ethernet (GXP285 only)
- Secure and automated provisioning for mass deployment, SRTP




GXP280/285 Technical Specifications

Protocols/Standards	SIP, RFC3261, TCP/PAUDP, RTP/RTCP, HTTP, ARP/RARP, ICMP, DNS (A record and SRV), DHCP, PPPoE, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE
Network Interfaces	Dual switched 10/100 Mbps
Power-over-Ethernet (802.3af)	Available on GXP285 only, NOT available on GXP280
Graphic LCD Display	128 x 32 pixel graphic LCD
Feature Keys	3 context sensitive soft keys, 3 navigation/menu/volume keys, 7 dedicated function keys for: HOLD, SPEAKERPHONE, SEND, TRANSFER, CONFERENCE, FLASH and HEADSET
Video Codec	Support for G.723.1, G.729 A/B, G.711 u/a-law, G.726, G.722 (wide-band), GSM and iLBC, in-band and out-of-band DTMF (in audio, RFC2633, SIP INFO)
Telephony Features	Hold, Mute, Transfer, Forward, 3-way Conference, Downloadable Pinna Book (XML, LDAP up to 200 items), Call Waiting, Call Log, Off-hook Auto Dial, Auto Answer, Click-To-Dial, Downloadable Ringtones, Server Redundancy and Fail-over Support
HD Audio	Yes
Headset Jack	2.5mm and RJ9 headset jack
Wall Mountable	Yes
QoS	Layer 2 (802.1Q, 801.2p) and Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS
Security	User and administrator level passwords, MD5 and MD5+ sess based authentication, AES based secure configuration file, SRTP

Multi-language	English, Spanish, French, German, Chinese, etc
Upgrade/Provisioning	Firmware upgrade via TFTP/HTTP, mass deployment using central secure provisioning file
Power & Green Energy Efficiency	UL certified universal power adapter included. Input: 100-240VAC 50-60Hz; Output: +5VDC, 800mA. Integrated Power-over-Ethernet (802.3af), Max power consumption 2.0W (power adapter) or 3.0W (PoE)
Physical	Dimension: 188mm x 200 x 89.5mm, Unit weight: 0.32KG, Package weight: 0.725KG
Temperature/Humidity	32-104°F / 0-40°C, 10-90% (non-condensing)
Compliance	FCC, CE, C-Tick




ADAPTADOR ANALOGICO



Phone Adapter

with 2 Ports for Voice-over-IP



Installation and Troubleshooting Guide

Model No. **PAP2**



Back Panel Ports

The Phone Adapter's ports are located on the back panel.



Figure 2-1: Back Panel

- | | |
|----------------------|---|
| PHONE 1 Port | For your primary Vonage Internet phone line, the PHONE 1 port allows you to connect your telephone to the Phone Adapter using an RJ-11 telephone cable (not included). |
| PHONE 2 Port | If you add a second Vonage line, then use the PHONE 2 port. It allows you to connect a second telephone (or fax machine) to the Phone Adapter using an RJ-11 telephone cable (not included). |
| ETHERNET Port | The ETHERNET port allows you to connect the Phone Adapter to your router or gateway using a Category 5 (or better) Ethernet network cable. |
| POWER Port | The POWER port is where you will connect the included power adapter. |



NOTE: These Phone ports do not carry any voltage.

Overview

This chapter gives instructions on how to connect the Phone Adapter to your network and telephones or fax machines. Shown below is a connection diagram displaying a typical setup.



Figure 3-1: Connect the Phone Adapter to Your Network and Telephone

This chapter also describes the Phone Adapter's placement options. You can place it flat on a surface, attach the Phone Adapter's base so it can stand in place, or mount the Phone Adapter on a wall.

Instructions for Connecting the Phone Adapter

If you already have an account set up with Vonage, then proceed to step 1.

If you do not have an account, visit www.vonage.com to activate the Phone Adapter. After you have set up an account, then proceed to step 1.

Phone Adapter with 2 Ports for Voice-over-IP

1. Using a telephone cable, connect your telephone to the PHONE 1 port of the Phone Adapter.
2. If you have a second Vonage line on your account, then connect another telephone or a fax machine to the PHONE 2 port of the Phone Adapter.
3. Connect the included Ethernet network cable to the ETHERNET port of the Phone Adapter.
Connect the other end to the one of the Ethernet ports on your router or gateway.
4. Connect the included power adapter to the POWER port on the back panel of the Phone Adapter.
Connect the other end to a standard electrical outlet.
5. The Power, Ethernet, and Phone LEDs will be solidly lit when the Phone Adapter is ready for use.
6. Follow the instructions provided by Vonage.

If you need to manually configure the Phone Adapter's network settings, you can use the telephone; for instructions, proceed to "Chapter 4: Using the Phone Adapter's Interactive Voice Response Menu."

The installation of the Phone Adapter is complete. Now you can pick up your phone and make calls.



NOTE: Vonage supports 7-, 10-, and 11-digit dialing. Use 7-, 10-, or 11-digit dialing for calls within the same area code as your Vonage phone number. Use 10- or 11-digit dialing for calls outside of your area code.

Proceed to the next section, "Placement Options," if you want to attach the Phone Adapter's base.



IMPORTANT: The Phone Adapter includes a ringer (ring signal generator), which is a source of hazardous voltage. When the ringer is activated by an incoming call, do not touch the Phone port wires, the wires of a cable connected to either of the Phone ports, or the internal circuitry of the Phone Adapter.



IMPORTANT: Do not connect either of the Phone ports to a telephone wall jack. Make sure you only connect a telephone or fax machine to either of the Phone ports. Otherwise, the Phone Adapter or the telephone wiring in your home or office may be damaged.



Figure 3-2: Connect the Telephone Cable



Figure 3-3: Connect the Ethernet Network Cable



Figure 3-4: Connect the Power

TARJETA ANALÓGICA

Installing the TDM400P

(1-4 port FXS or FXO PCI Interface Card)

Hardware Installation

In order to successfully install the TDM400P card into your PC, please follow these directions carefully. Otherwise, your hardware will not function properly and could become damaged.

Steps

- 1 **Power down the PC**
- 2 **Unplug the PC** from its main AC power supply
- 3 **Insert the TDM400P** into a 3.3- or 5-volt PCI slot (PCI 2.2 or greater required)
- 4 **Insert a four-pin 12-volt connector** (disk drive power-supply cable, i.e. hard drive) into the white plastic connector on the rear of the TDM400P
- 5 **Power on the PC**

After following these steps, hardware installation is complete.

Driver and Asterisk Installation

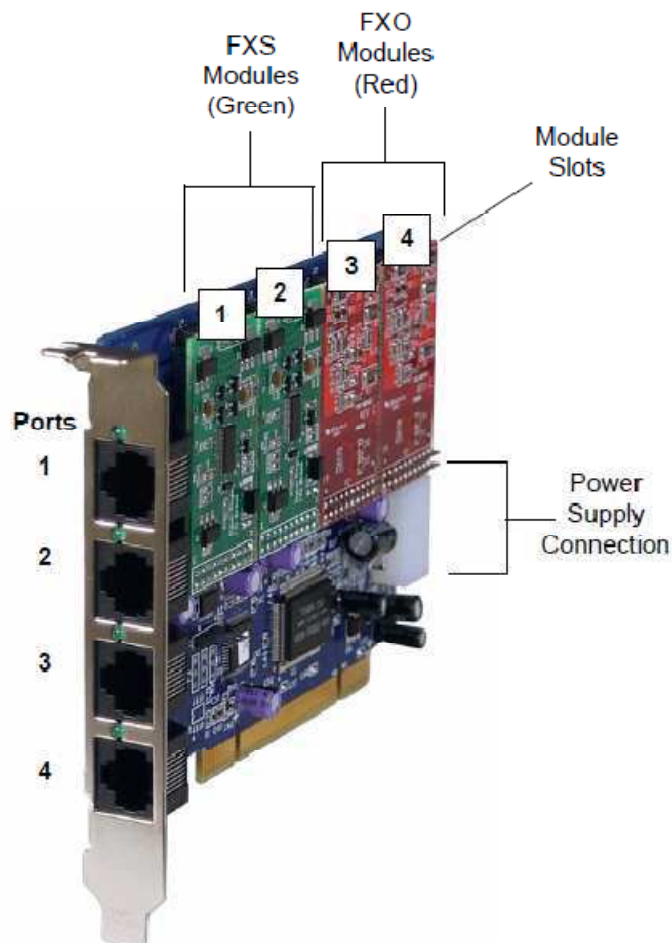
At this point, you will need to download the Zaptel driver library and Asterisk, the Open Source PBX. To accomplish this, follow the steps on the other side of this card.

Now, all that remains is the configuration of the Zaptel driver library and the Asterisk Open Source PBX. Further instructions are available at digium.com.



digium | **Asterisk**

150 West Park Loop
Suite 100
Huntsville, AL 35896
(877) LINUX-ME!





UPS


APC BACK-UPS XS 1300VA LCD 120V RETAIL



Output

Output Power Capacity	780 Watts / 1300 VA
Max Configurable Power	780 Watts / 1300 VA
Nominal Output Voltage	120V
Output Frequency (sync to mains)	60 Hz
Crest Factor	3 : 1
Waveform Type	Stepped approximation to a sinewave
Output Connections	(2) NEMA 5-15R (Surge Protection) 
	(6) NEMA 5-15R (Battery Backup) 

Input

Nominal Input Voltage	120V
Input Frequency	60 Hz +/- 3 Hz
Input Connections	NEMA 5-15P 
Cord Length	1.83 meters
Input voltage range for main operations	88 - 139V
Maximum Input Current	12A
Input Breaker Capacity	15A

Batteries & Runtime

Battery Type	Maintenance-free sealed Lead-Acid battery with suspended electrolyte : leakproof
Typical recharge time	16 hour(s)
Replacement Battery	APCRBC109
RBC™ Quantity	1
Typical Backup Time at Half Load	16.4 minutes (390 Watts)
Typical Backup Time at Full Load	5.4 minutes (780 Watts)
Runtime Chart	Back-UPS RS

Communications & Management

Control panel	Multi-function LCD status and control console
Audible Alarm	Alarm when on battery : distinctive low battery alarm : overload continuous tone alarm

Surge Protection and Filtering

Surge energy rating	340 Joules
Filtering	Full time multi-pole noise filtering : 5% IEEE surge let-through : zero clamping response time : meets UL 1449
Data Line Protection	RJ-45 Modem/Fax/DSL/10-100 Base-T protection,Co-axial Video / Cable protection

Physical

Maximum Height	222.00 mm
Maximum Width	133.00 mm
Maximum Depth	356.00 mm
Net Weight	13.50 KG
Shipping Weight	13.95 KG
Shipping Height	305.00 mm
Shipping Width	248.00 mm
Shipping Depth	457.00 mm
Master Carton Units	2.00
Master Carton Weight	29.96 KG
Color	Charcoal
SCC Codes	0073130424789 0

Environmental

Operating Environment	0 - 40 °C
Operating Relative Humidity	0%
Operating Elevation	0-3000 meters
Storage Temperature	-5 - 45 °C
Storage Relative Humidity	0%
Storage Elevation	0-15000 meters
Audible noise at 1 meter from surface of unit	45.00 dBA

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE CAT 6A

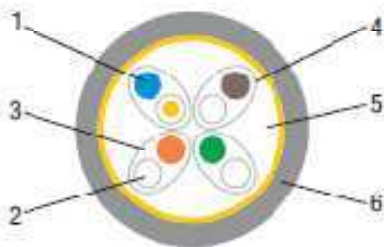
CABLES VOLITION DE 10 GIGABITS

Los nuevos cables Volition™ de 10 Gigabits Cat. 6 y 7 se han desarrollado especialmente para asegurar inmunidad contra AXTLK hasta 500 MHz soportando la prueba 6 alrededor de 1, la cual consiste en la suma acumulada del efecto ANEXT generado por 6 cables en uno central. El diseño de todos los cables Volition™ de 10 Gigabits tiene una pantalla general y protección por par. Son fáciles de instalar y la conexión del jack Volition™ OCK10S8 sigue siendo simple y familiar.

Los cables Cat. 6A cuentan con las mismas dimensiones exteriores del cable categoría 6 Volition™.

CABLE UTP CATEGORIA 6A 10G

N° de Parte	Descripción
VOI-6A11F14-1000	Cable U/FTP LSOH Categoría 6A, 100 ohm, 4 par cable (Caja x 1000 Metros)



1. Tipo de conductor: Alambre de cobre desnudo, Ø 0.500 milímetros (20AWG)
2. Naturaleza del aislante: Polidifeno acilar estirado, Ø 1.45 milímetros
3. Tipo de ensamble: Un número de pares: 4 y 6 (2x4)
4. Puntilla individual en cada par: Cinta ALU/Polyester
5. Blindaje externo: Malla de Cobre o Fol de Aluminio
6. Tipo de envoltura: LSOH

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS A 20°C

- Resistencia lineal (máximo): $\leq 146,4$ W/km
- Resistencia de aislamiento (mínimo): ≥ 5000 MW. km
- Rigidez dieléctrica a 50 Hz: 1 KV/1 min
- Desequilibrio de capacidad real tierra (máx): ≤ 1600 pF/km
- Velocidad de propagación: 78%
- Impedancia característica a 100 MHz: 100 ± 5 W

APLICACIONES

- Ethernet IEEE 802.3
- IEEE 802.5
- FDDI
- ATM
- RNIS

NORMAS APLICABLES

- EN 50173
- ISO/IEC 11801
- TIA/EIA 568
- EN 50188-10 (draft)
- IEC 61156-5 Ed 2 (draft)

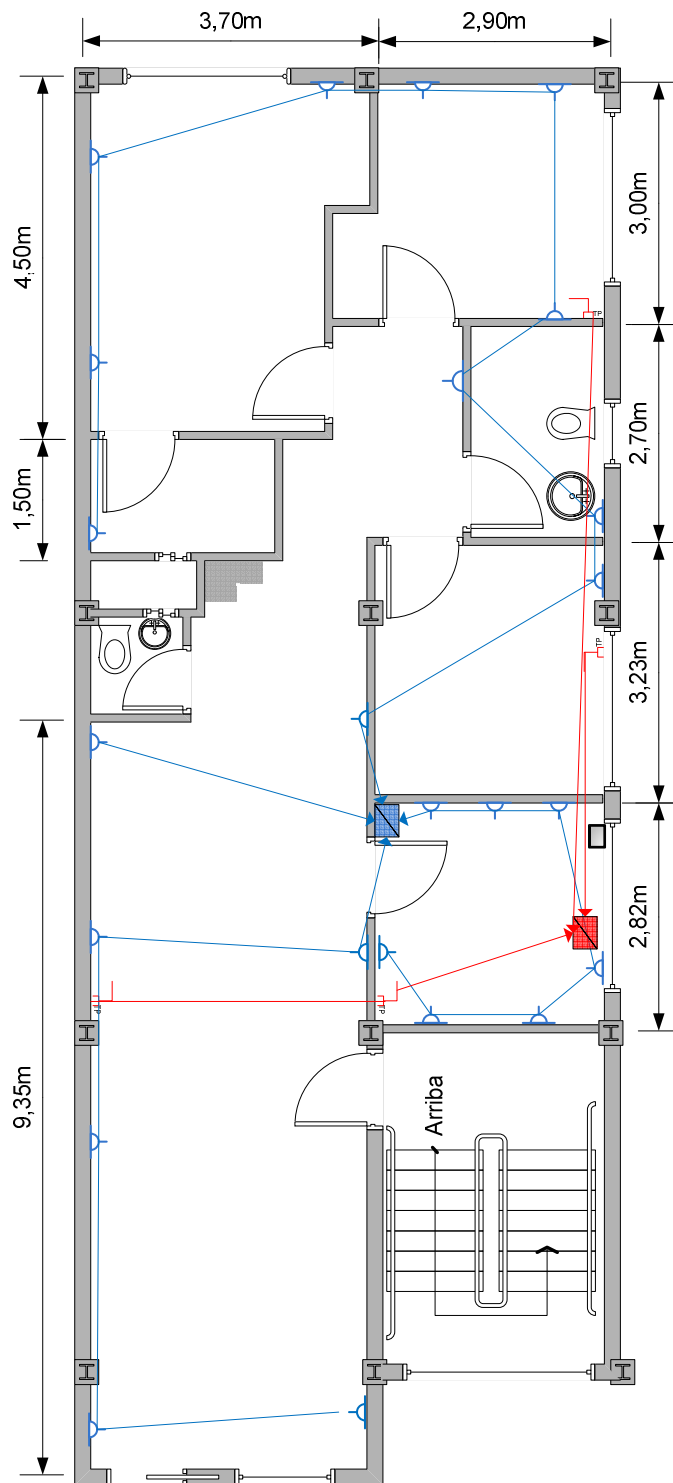
Tipo de Cable	Longitud	Peso (Kg)
4P	1000 m	63



Tipo	Color	Diámetro Max. mm	Peso Kg/km	PCS MJ/Km	PCS KWh/m	Tensión Máxima de Instalación N
4P LSOH	Verde	6,4	57	674	0,137	78

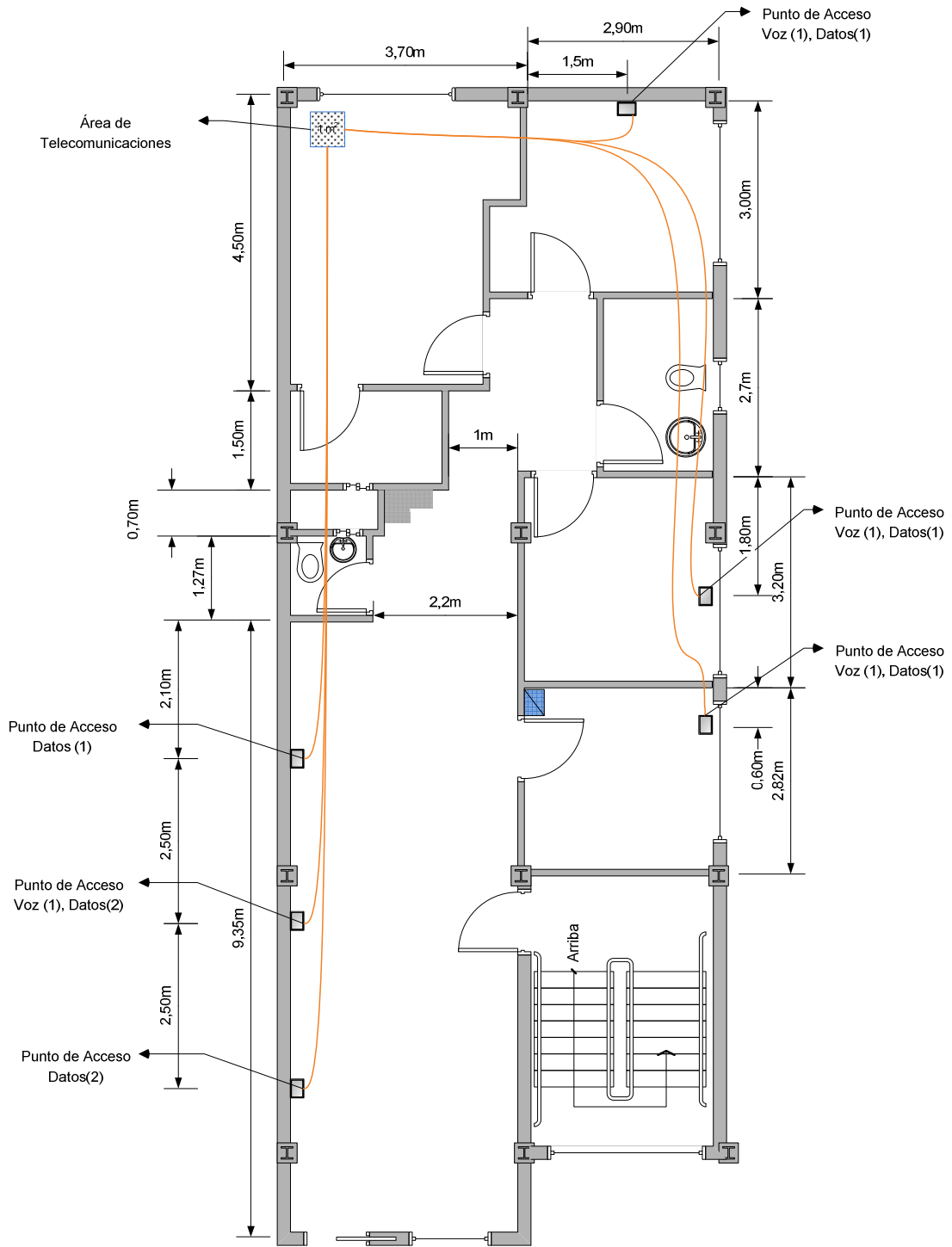
Frecuencia (MHz)		1	10	100	200	250	300	450	500	600
Atenuación (dB/100m)	Valor Típico	1,9	5,2	17,7	26,4	29,0	31,0	38,0	41,2	46,2
	Cat. 6A* (max.)	2	5,9	19	27,5	31	34,2	42,7	45,3	-
Next (dB)	Valor Típico	95	90	75	68	66	65	63	61	57
	Cat. 6A* (max.)	66	59	44	40	38	37	35	34	-
PS Next (dB)	Valor Típico	92	87	72	65	63	62	60	58	54
	Cat. 6A* (max.)	64	57	42	38	36	35	33	32	-
ACR (dB/100m)	Valor Típico	93	85	57	42	36	33	24	20	11
	Cat. 6A* (max.)	64	53	25	12	7	3	-8	-11	-
PS ACR (dB/100 m)	Valor Típico	90	82	54	39	33	30	21	17	8
	Cat. 6A* (max.)	62	51	23	10	5	1	-10	-13	-
ELFEXT (dB/100 m)	Valor Típico	91	96	90	78	75	72	69	66	60
	Cat. 6A* (max.)	66	57	42	38	36	35	33	32	-
PS ELFEXT (dB/100 m)	Valor Típico	88	93	87	75	72	69	66	63	57
	Cat. 6A* (max.)	63	54	39	35	33	32	30	29	-
Return Loss (dB)	Valor Típico	25,1	35,2	37,2	31,1	29,5	28,3	26,7	26,3	25,8
	Cat. 6A* (max.)	-	25	20,1	18	17,3	17,3	17,3	17,3	-

ANEXO D
PLANOS RINTECO
(ELÉCTRICOS Y TELECOMUNICACIONES)

Los planos mostrados a continuación nos indican los recorridos tanto del cableado eléctrico como del cableado de telecomunicaciones con la finalidad de observar el recorrido del cableado horizontal y tener en cuenta las distancias para los cálculos respectivos. Así mismo revisar la disposición de los equipos en la infraestructura y no ofrecer obstáculos a los posibles equipos eléctricos que se coloquen en cada una de las áreas.



Simbología	
Símbolo	Descripción
	Toma Telefónica
	Toma Eléctrica



Plano 2/2

ANEXO E

INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO

Como sistema operativo utilizaremos CENTOS, una distribución LINUX sobre la cual levantaremos el servidor de telefonía IP Asterisk.

El proceso da inicio con la obtención del instalador de CENTOS, utilizaremos la versión 6.2 x86_64. Al iniciar la instalación obtendremos el siguiente cuadro de diálogo.



Fig. E. 1 Pantalla de inicio de instalacion

Seleccionamos el tipo de instalación, para ello escogemos la primera opción: *Install or upgrade an existing system*.

Posterior a este paso aparecerá una ventana consultándonos si se desea realizar una prueba en el disco previa a la instalación, podemos escoger entre saltar el proceso o realizar el test, escogemos saltar la prueba.

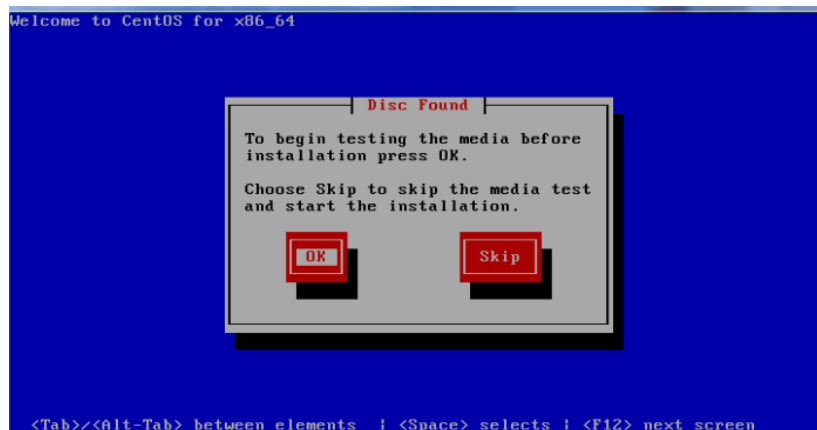


Fig. E. 2 Pantalla de prueba de disco

Luego da inicio la instalación del SO propiamente.

El siguiente paso nos solicita escoger el idioma que se usará para la instalación.

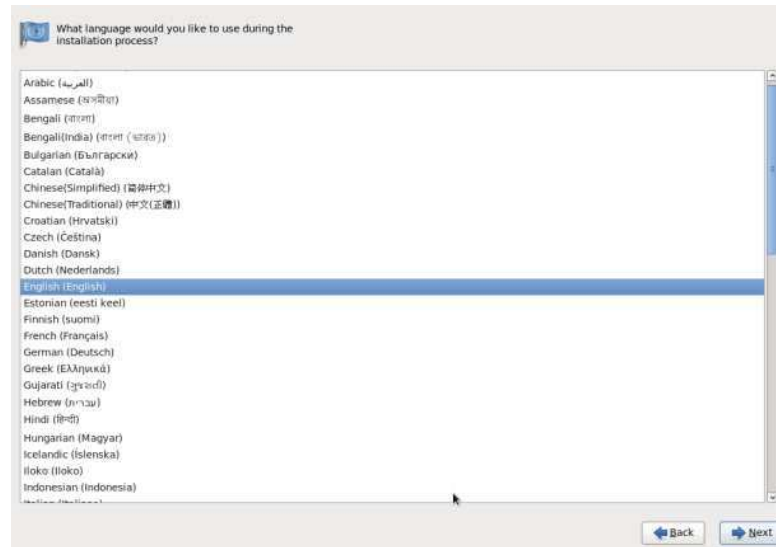


Fig. E. 3 Selección del Idioma de instalación

Posterior a este paso también nos solicitara escoger el idioma del teclado.

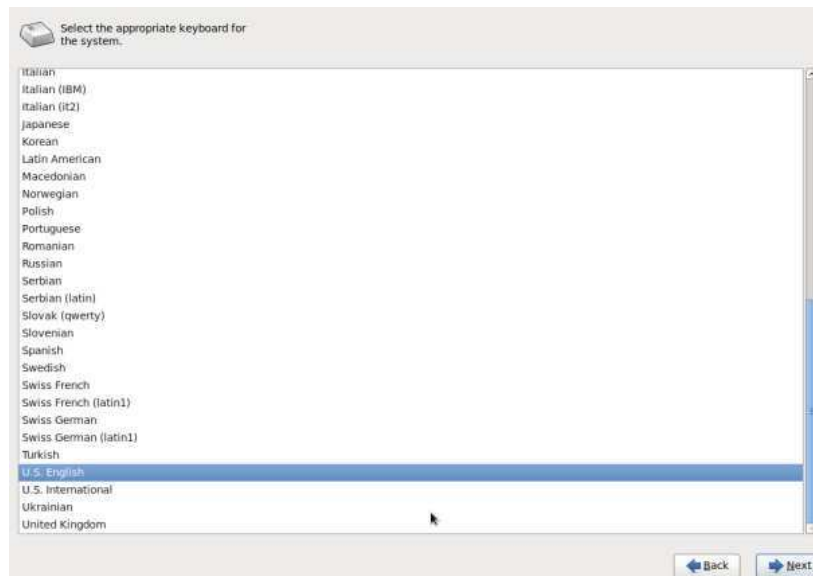


Fig. E. 4 Selección del Idioma del teclado

Aparecen dos opciones informando el tipo de dispositivos que implican la instalación, para lo cual escogemos la opción: *Basic Storage Devices*.



Fig. E. 5 Tipos de dispositivos que involucran la instalación

Nos informará que el disco usado puede contener información y no se puede encontrar particiones o archivos del sistema en el disco, seleccionamos la opción *Yes, discard any data* para continuar.



Fig. E. 6 Mensaje de Advertencia

Seleccionamos un nombre para el host.

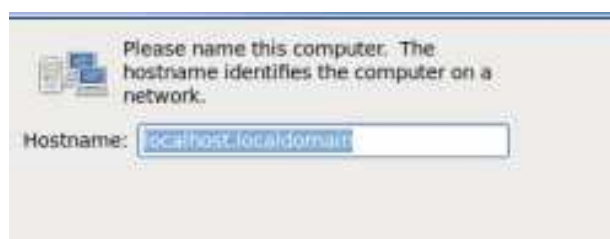


Fig. E. 7 Configuración del hostname

Escogemos la zona horaria.



Fig. E. 8 Zona horaria

Digitamos un password para el acceso al usuario raíz.



Fig. E. 9 Contraseña de root

Posterior a eso, nos permitirá escoger el tipo de instalación que requerimos.

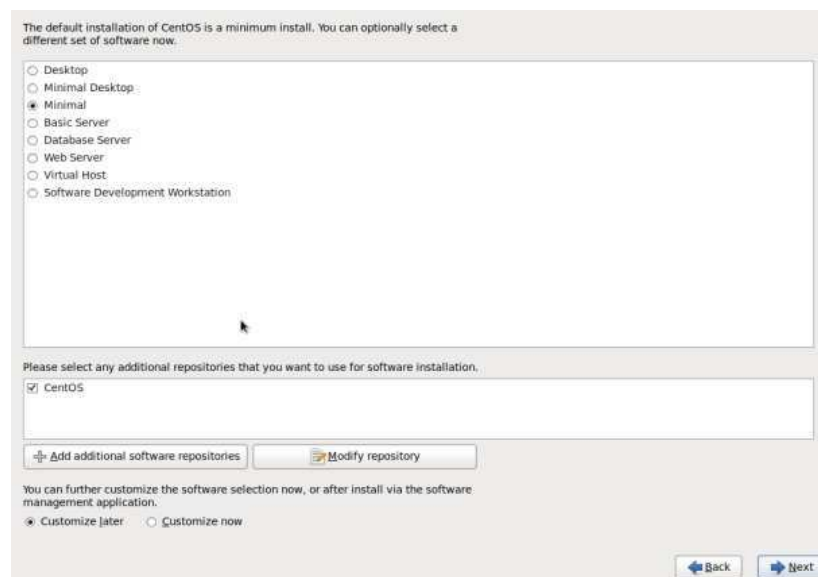


Fig. E. 10 Tipo de Instalación

Por último escogemos el tipo de instalación, para ellos escogeremos el tipo Desktop (escritorio) y con ello se finalizara la instalación de CENTOS

Terminamos así con la instalación del sistema operativo:

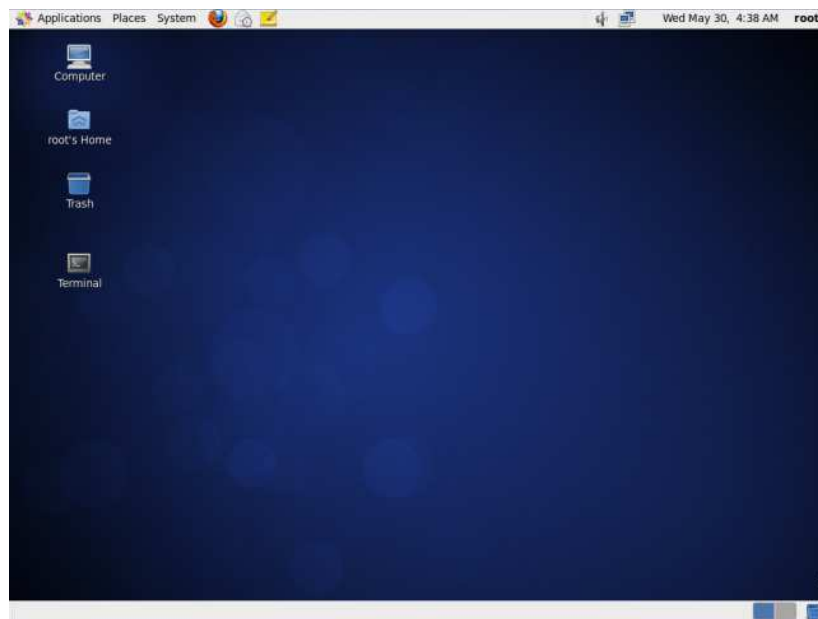


Fig. E. 11 Escritorio de CentOS

ANEXO F
RECORRIDO DEL CABLEADO

Partiendo del área de telecomunicaciones se detalla a continuación el recorrido de las canaletas a través de las que pasará el cableado, observar anexo D como guía.



Área de
Telecomunicaciones
Colocación del rack

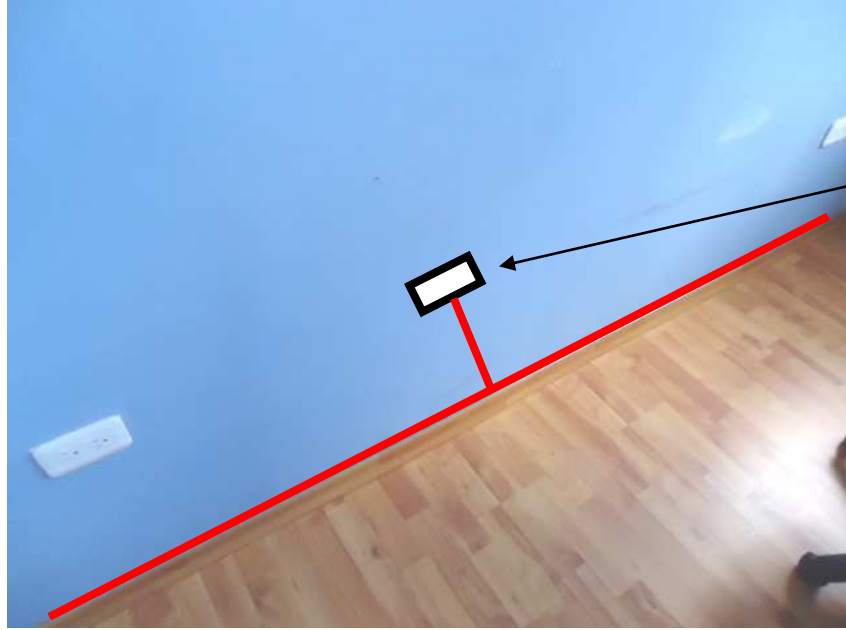
(1 m²)



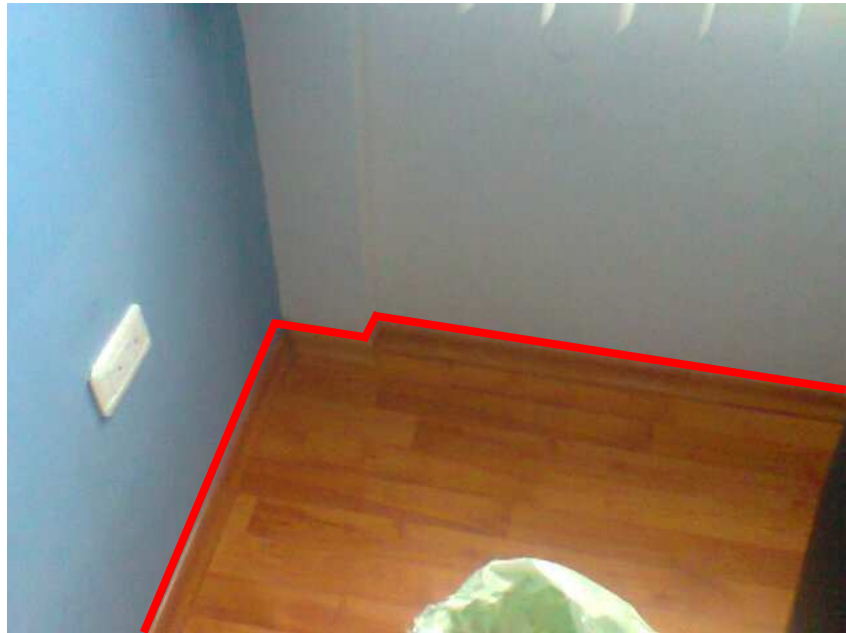


Usar broca pasa muro





Punto de acceso
Voz (1), Datos (1)





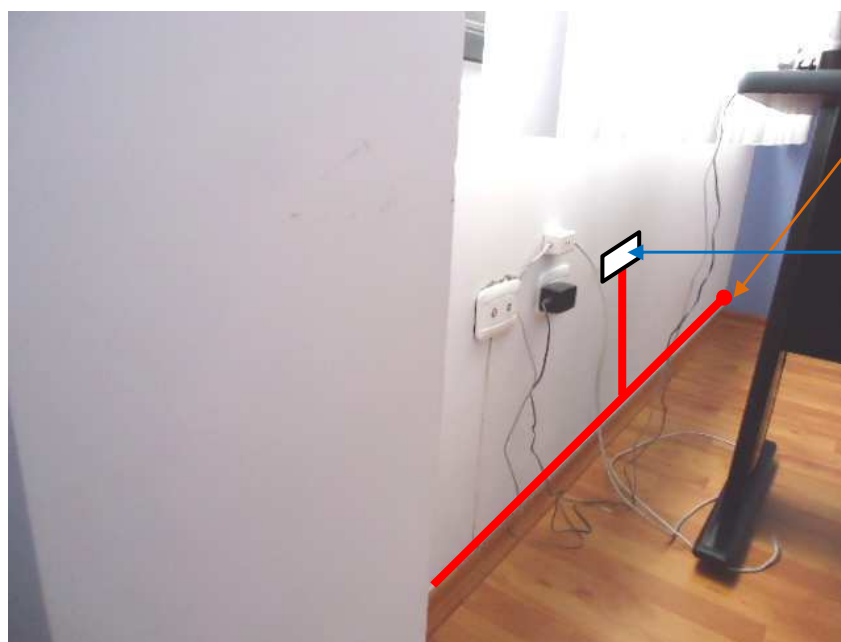


Usar broca pasa muro





Usar broca pasa muro



Usar broca pasa muro

Punto de acceso
Voz (1), Datos (1)



Punto de acceso
Voz (1), Datos (1)

Regresando al rack de telecomunicaciones



Área de
Telecomunicaciones
Colocación del rack

(1 m²)



Usar broca pasa muro

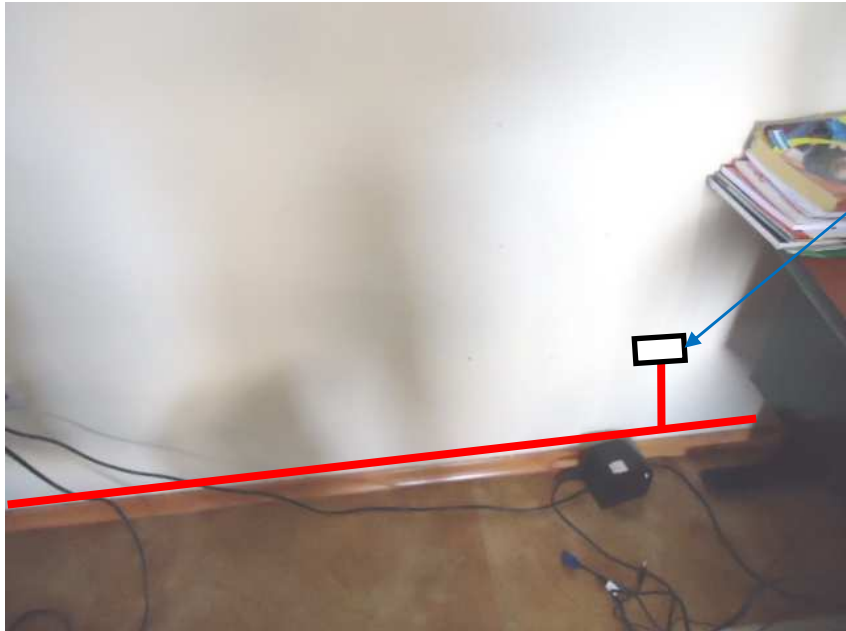
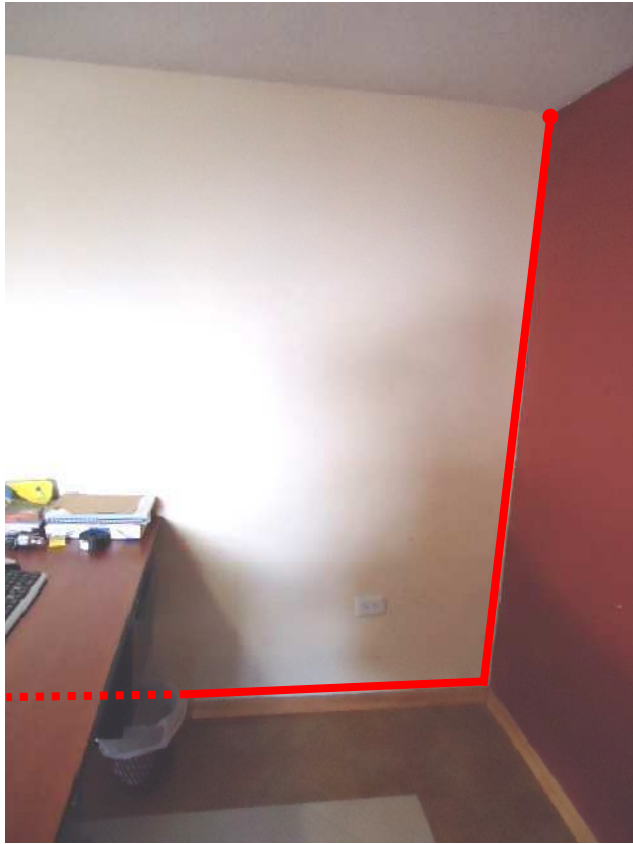


Usar broca pasa muro

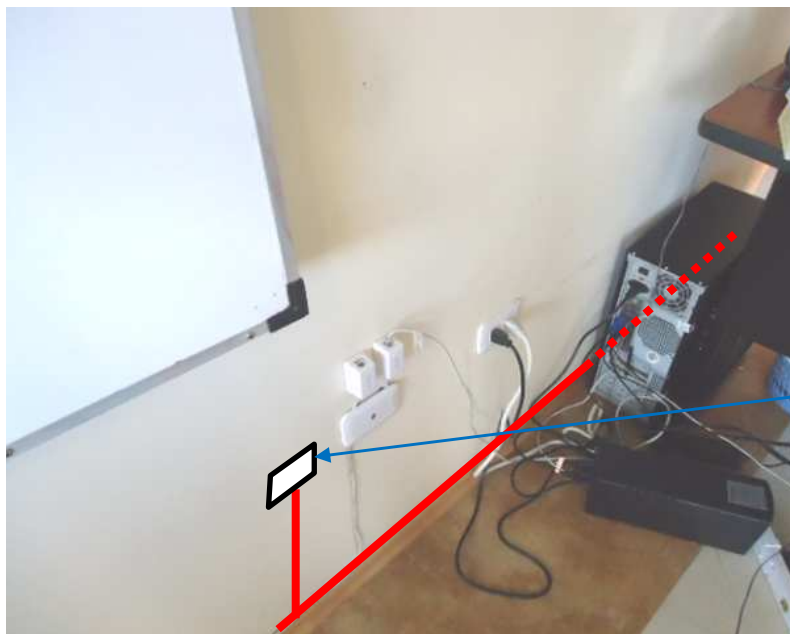
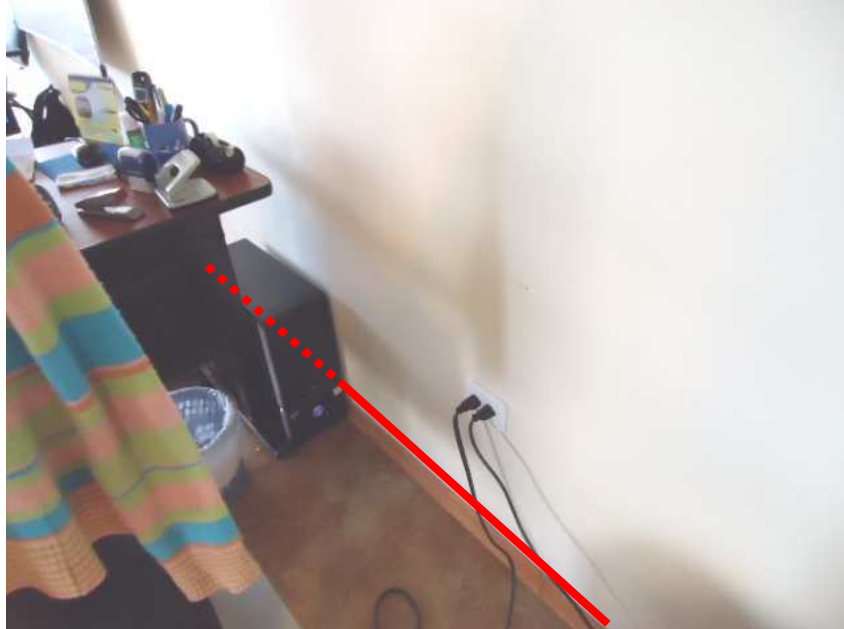


Usar broca pasa muro





Punto de acceso
Datos (1)



Punto de acceso
Voz (1), Datos (2)

Punto de acceso
Datos (2)



ANEXO G

ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE LA
CENTRAL PBX PARA LA EMPRESA
RINTECO CIA LTDA.

Archivo sip.conf

```
#####  
;CONFIGURACION DEL ARCHIVO SIP.CONF  
;Archivo de configuracion para los canales y extensiones de la  
empresa RINTECO CIA.LTDA  
;configuracion general  
  
[general]  
insecure=invite,port  
srvlookup=yes  
bindaddr=192.168.0.0  
bindport=5060  
disallow=all  
allow=ulaw,gsm  
qualify=yes  
canreinvite=no  
language=es  
  
;configuracion individual de los canales sip  
  
;OPERADORA RINTECO  
[operad_rinteco]  
type=friend  
host=dynamic  
username=operad_rinteco  
context=permisivo  
secret=*opeRintec0  
  
;Cada gerencia tiene la posibilidad de realizar llamadas en  
general  
;GERENCIA GENERAL RINTECO  
[geren_rinteco]  
type=friend  
host=dynamic  
username=geren_rinteco  
context=permisivo  
secret=*gerRintec0  
  
;GERENCIA VENTAS RINTECO  
[gventas_rinteco]  
type=friend  
host=dynamic  
username=gventas_rinteco  
context=permisivo  
secret=*gventasRintec0  
  
;GERENCIA TECNICA RINTECO  
[gtecnica_rinteco]  
type=friend  
host=dynamic  
username=gtecnica_rinteco  
context=permisivo  
secret=*gtecnicRintec0
```

```
;VENDEDOR1  
[vend1]  
type=friend  
host=dynamic  
username=vend1  
context=nivel1  
secret=*ven01Rintec0
```

```
;VENDEDOR2  
[vend2]  
type=friend  
host=dynamic  
username=vend2  
context=nivel1  
secret=*ven02Rintec0
```

```
;TECNICO1;  
[tecnic1]  
type=user  
host=dynamic  
username=tecnic1  
context=nivel1  
secret=*tec01Rintec0
```

```
;TECNICO2  
[tecnic2]  
type=user  
host=dynamic  
username=tecnic2  
context=nivel1  
secret=*tec02Rintec0
```

Archivo extensions.conf

```
#####  
;CONFIGURACION DEL ARCHIVO EXTENSIONS.CONF  
;Configuracion del plan de marcado para la empresa RINTECO CIA  
LTDA  
;Contexto general  
;Variables generales que se usaran en el plan de marcado, en ;caso  
que en cada contexto se detallan otros valores, estos ;tendran  
efecto dentro del mismo  
  
[general]  
static=yes ;permite recargar el contexto cada vez que  
;asterisk se reinicie  
  
writeprotect=no  
autofallthrough=yes ;cuelga la llamada cuando se ejecutan  
;acciones no contempladas  
  
clearglobalvars=no ;no resetea las variables globales luego ;de  
recargar  
  
priorityjumping=no ;evita el salto entre prioridades que  
;utilizan algunas aplicaciones  
  
;CONTEXTO GLOBALS  
;variables y opciones globales  
  
[globals]  
  
ORIGEN=AsteriskPBX  
TRONCAL_PUBLICA=DAHDI/R0  
;identifica el canal de salida hacia la PSTN  
  
DYNAMIC_FEATURES=automon#disconnect#atxfer#parkcall#automixmon#bli  
ndxfer  
;habilita las funciones adicionales creadas en el archive  
features.conf en el context featuremap  
  
;acontinuación se identifica cada una de las extensiones con un  
;nombre particular para el mejor manejo ;del dialplan  
  
OPE=SIP/ope_rinteco  
GGENERAL=SIP/geren_rinteco  
GVENTAS=SIP/gventas_rinteco  
GTECNICA=SIP/gtecnica_rinteco  
VENTAS1=SIP/ventas01_rinteco  
VENTAS2=SIP/ventas02_rinteco  
TECNICO1=SIP/tecnico01_rinteco  
TECNICO2=SIP/tecnico02_rinteco  
  
;CONTEXTO DEFAULT  
;configuraremos las capacidades de marcado que puede tener  
;cualquier extension  
;por motivos de seguridad aqui solamente albergaremos las  
;llamadas de emergencia 911 O 101
```

```

[default]
exten => 911,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/911) ;emergencias
exten => 101,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/101) ;policía nacional
exten => 104,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/104) ;información

;CONTEXTO LLAMADA_PSTN
;de igual manera la configuración de los diferente IVR para cada
departamento

[llamada_pstn]
;control sobre ingreso de llamadas fuera del horario de lunes a
;viernes
exten => GotoIfTime(08:30-17:30|mon-fri|*|*?abierto,s,1)

;si la llamada esta fuera de los horarios se reproduce mensaje ;de
informacion de horarios de atención
exten => s,1,Playback(horarios_atencion)

;posterior a esto se cuelga la llamada
exten => s,n,HangUp()

;si la llamada esta dentro de los horarios de atención
exten => s,n(abierto),Answer()

;redirecciona la llamada entrante a el menú de ingreso
exten => s,n,Goto(ivr_menu,s,1)

[ivr_menu]
;menu de ingreso
;se establece 5 segundos para el marcado entre el primer digito
;y los siguientes
exten => s,1,Set(TIMEOUT(digit)=5)

;se establece 10 segundos para que el llamante digite una tecla
del teléfono
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=10)

;espera un segundo
exten => s,n,Wait(1)

;reproduce el mensaje de bienvenida
exten => s,n,Background(mensaje_bienvenida)

;espera 5 segundos para que el llamante presione una tecla
exten => s,n,Waitexten(5)

;si se presiona la opción 1 se dirige al departamento de ventas
exten => 1,1,Goto(ivr_ventas,s,1)

;si se presiona la opción 2 se dirige al departamento técnico
exten => 2,1,Goto(ivr_tecnicos,s,1)

```

```

;si se presiona la opción 3 permitirá dejar un fax
exten => 2,1,Goto(fax_mode,s,1)

;si se presiona la opción 0 se comunica con la operadora
exten => 0,1,Goto(interno,302,1)

;en caso de marcar una opción invalida
exten => i,1,Playback(opcion_invalida)
exten => i,n,Goto(ivr_menu,s,1)
;en caso de no marcar una extension en 10 segundos
exten => t,1,Playback(ninguna_opcion)
exten => t,n,HangUp()

[ivr_ventas]
;menu del departamento de ventas
exten => s,1,Set(TIMEOUT(digit)=5)
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=10)
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(mensaje_ventas)
exten => 1,1,Goto(interno,402,1)
exten => 2,1,Goto(interno,403,1)
exten => 3,1,Goto(interno,402,1)
exten => 4,1,Goto(interno,401,1)
exten => 5,1,Goto(interno,401,1)
exten => 9,1,Goto(ivr_menu,s,1)
exten => i,1,Playback(opcion_invalida)
exten => i,n,Goto(ivr_ventas,s,1)
exten => t,1,Playback(ninguna_opcion)
exten => t,n,HangUp()

[ivr_tecnicos]
;menu del departamento de soporte técnico
exten => s,1,Set(TIMEOUT(digit)=5)
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=10)
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(mensaje_tecnicos)
exten => 1,1,Goto(interno,502,1)
exten => 2,1,Goto(interno,503,1)
exten => 9,1,Goto(ivr_menu,s,1)
exten => i,1,Playback(opcion_invalida)
exten => i,n,Goto(ivr_tecnicos,s,1)
exten => t,1,Playback(ninguna_opcion)
exten => t,n,HangUp()

;CONTEXTO INTERNO
;contexto que se usara para llamadas internas a los usuarios de
;la empresa

[interno]
;se hara uso de MACROS, la cual tiene por nombre llamada
exten => 301,1,Macro(llamada,${GGENERAL},rhHkKtTxX)
exten => 401,1,Macro(llamada,${GVENTAS},rhHkKtTxX)
exten => 501,1,Macro(llamada,${GTECNICA},rhHkKtTxX)
exten=> 402,1,Macro(llamada,${VENTAS1},rhHkKtTxX)

```

```

exten => 403,1,Macro(llamada,${VENTAS2},rhHkKtTxX)
exten => 502,1,Macro(llamada,${TECNICO1},rhHkKtTxX)
exten => 503,1,Macro(llamada,${TECNICO2},rhHkKtTxX)
exten =>302,1,Macro(llamada,${OPE},rhHkKtTxX)

;CONTEXTO LOCAL
;contexto utilizado para la marcación a números locales y
;llamadas gratuitas
[local]
;para que se pueda tener tono se debe marcar primero el numero 9
ignorepat => 9

;marcado a números locales
exten => _9[2356]XXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1})
same => n, HangUp()

;marcado a números gratuitos
exten => _91800XXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()

;CONTEXTO REGIONAL
;contexto que permite el marcado de llamadas a nivel regionales
;(otras provincias)
[regional]
ignorepat => 921
exten => _9210[3-7][2356]XXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()

;CONTEXTO CELULAR
;permite la marcacion a numeros celulares
;se podra restringir las llamadas a 3 minutos
[celular]
ignorepat => 921
exten => _9210[89]XXXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()
exten => _90[356]9XXXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()

;CONTEXTO INTERNACIONAL
;permite el marcado a números internacionales
[internacional]
ignorepat => 9
exten => _900.,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()

;CONTEXTO COMERCIALES
;permite la marcacion a numeros del tipo 1700 y 1900
[comerciales]
ignorepat => 9
exten => _91700XXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()
exten => _91900XXXXXX,1,Dial(TRONCAL_PUBLICA/${EXTEN:1}))
same => n, HangUp()

```



```
;Creacion de los contextos individuales en los cuales se ;asignara
cada uno de los contextos antes generados con la
;finalidad de asignar en cada uno de ellos unicamente los
;necesarios.
```

```
[permisivo]
```

```
include => default
include => interno
include => local
include => regional
include => celular
include => internacional
include => comerciales
include => parkedcalls
include => conferencias
```

```
[nivel1]
```

```
include => default
include => interno
include => local
include => regional
include => celular
include => parkedcalls
```

```
[nivel2]
```

```
include => default
include => interno
include => local
include => regional
include => parkedcalls
```

```
[macro-llamada]
```

```
exten => s,1,Dial(${ARG1},20,tT)
;si el estado es no responde u ocupado la llamada salta a la
;etiqueta buzón donde le permitira dejar un mensaje de voz
same => n,GotoIf($[ "${DIALSTATUS}" = "NOANSWER" ] |
"${DIALSTATUS}" = "BUSY"]?buzon:terminar)
```

```
;reproduce un mensaje informando que la llamada no puede ser
;contestada
same => n,Playback(mensaje_buzon)
```

```
;este comando ingresa al contexto rinteco del voicemail.conf
same => n(buzon),VoiceMail(${EXTEN}@rinteco,ub)
same => n,HangUp()
same => n(terminar),VoiceMail(${EXTEN}@rinteco,u)
same => n,HangUp()
```

```
;CONTEXTO QUE PERMITE EL LLAMAR AL BUZON DE MENSAJES
```

```
[buzon]
```

```
; llamar al buzón desde el mismo teléfono
exten => 99,1,Answer()
exten => 99,n,VoiceMailMain(${CALLERID(num)}@acierte)
```

```
exten => 99,n,HangUp()

; llamar al buzón desde cualquier teléfono dentro de la red
exten => 98,1,Answer()
exten=> 98,n,VoiceMailMain(@rinteco)

;CONTEXTO EN EL CUAL SE CONFIGURA LOS PARÁMETROS DE PARQUEO DE
LLAMADAS
[parkedcalls]
exten => _80Z,hint,park:${EXTEN}@parkedcalls
exten => 810,hint,park:710@parkedcalls

;CONTEXTO EN EL QUE SE CONFIGURA LOS PARÁMETROS PARA CONFERENCIAS

[conferencias]
;exten => 1000,1,Meetme(${EXTEN},scM(default))
;s:menú de la sala de conferencias c:anuncia el número de personas
;M(default): música en espera mientras se logean más usuarios

same => n,HangUp()
```

Archivo voicemail.conf

```
#####  
;CONFIGURACION DEL ARCHIVO VOICEMAIL.CONF  
;En este archivo se configurara todo lo relacionado con el buzón  
;de voz  
  
[general]  
;formato de audio a utilizar  
format = wav  
  
;direccion del remitente de los envios  
servermail = asterisk@rinteco.com  
  
;se anexa al correo electronico el archivo de audio que contiene  
;el mensaje de voz  
attach = yes  
  
;numero maximo de mensajes que se almacena para cada buzón de  
;voz  
maxmsg = 200  
  
;duracion maxima del mensaje de voz  
maxsecs = 180  
  
;duracion minima del mensaje de voz para que sea considerado  
;como tal  
minsecs = 5  
  
;duracion maxima del mensaje de bienvenida que cada propietario  
;del buzón puede grabar  
maxgreet = 20  
  
;tiempo maximo para que se inicie el mensaje, caso contrario la  
;grabacion sera terminada  
maxsilence = 4  
  
;nivel de ruido, define que se considera como ruido  
silencethreshold = 128  
  
;numero maximo de intentos para ingresar la clave asociada al  
;buzón de voz  
maxlogins = 3  
  
;nombre del remitente de los correos electronicos  
fromstring = Buzón Rinteco  
  
;para permitir que los mensajes que se reciben se puedan  
;reenviar a otros usuarios/extensiones del servidor asterisk  
;usedirectory = yes  
  
;asunto del correo electronico de notificacion  
emailsubject = Nuevo mensaje de voz ${VM_MSGNUM} en el buzón  
${VM_MAILBOX}
```

```
;contenido del correo electronico
emailbody= Hola ${VM_NAME}.\n\n\t: Le informamos que tiene un
nuevo mensaje de voz, el ${VM_DATE} para escuchar el mensaje
llame a su buzón de mensajes o reproduzca el mensaje
adjunto\n\n\t\t\t\t. Rinteco Cia. Ltda.
```

```
;formato de la hora y fecha del correo electronico
emaildateformat = %A,%B %d, %Y at %r
```

```
;no se borra el mensaje de voz una vez que se ha enviado anexo
;al correo de notificacion
delete = no
;longitud minima del digitos de la contraseña
minpassword = 5
```

```
;PERSONALIZACION DE LOS BUZONES DE VOZ
```

```
[rinteco]
```

```
301 => 301,Pedro Contero,pcontero@rinteco.com
```

```
302 => 302,Guido Cheza,gcheza@rinteco.com
```

```
303 => 303,Luis Roman,lroman@rinteco.com
```

```
401 => 401,Paul Hernandez,phernandez@rinteco.com
```

```
402 => 402,Vendedor 2,vendedor2@rinteco.com
```

```
501 => 501,Klever Campaña,kcampana1@rinteco.com
```

```
502 => 502,Tecnico 2,tecnico2@rinteco.com
```

```
302 =>302,Operadora Rinteco,rinteco@rinteco.com
```

Archivo features.conf

```
#####  
;CONFIGURACION DEL ARCHIVO FEATURES.CONF  
  
[general]  
parkext => 800  
;la extensión donde transferir la llamada para parquearlas  
  
parkpos => 801-810  
;el numero de extensiones reservadas para parquear las llamadas  
  
context => parkedcalls  
;el contexto usado para parquear las llamadas  
  
parkinghints = yes  
;si está en yes podemos monitorear las extensiones donde se parquean  
las llamadas  
  
parkingtime => 45  
;Numero de segundos después de los cuales la llamada parqueada viene  
;transferida a la extensión definida por el próximo parámetro  
  
comebacktoorigin = yes  
;si está en yes la llamada parqueada, después del parkingtime, vuelve a  
;la extensión que la parqueò, si está en no la llamada será  
;transferida al contexto parkedcallcallsttimeout a la extensión 's' y  
;la prioridad '1'  
  
courtesytone = beep  
;el sonido que será enviado a la llamada parqueada cuando alguien la  
;llama o cuando empieza y termina la grabación de la llamada  
  
parkedplay = caller  
;a quien enviar el beep cuando se llama la extensión parqueada. Puede  
;ser parked(canal parqueado), caller(llamante) y both(ambos)  
  
parkedcalltransfers = caller  
;habilita o deshabilita la secuencia de tonos para transferir la  
;llamada cuando es una llamada parqueada. Puede ser: habilitar para:  
;callee(llamado), caller (llamante), both (ambos). Si se quiere  
;deshabilitar hay que poner no.  
  
parkedcallreparking = caller  
;habilita o deshabilita la secuencia de tonos para parquear una  
;llamada cuando era ya una llamada parqueada. Puede ser: habilitar  
;para: callee(llamado), caller (llamante), both(ambos). Si se quieres  
;deshabilitar hay que poner no.  
  
parkedmusicclass=default  
;la clase de música en espera que escuchará la extensión que ha sido  
;parqueada  
  
transferdigittimeout => 5  
;numero de segundos de espera entre cada dígito cuando se esta  
;transfiriendo una llamada  
  
xfersound = beep
```

```
;el sonido que indicará que la transferencia de la llamada asistida
;se completó

xferfailsound = beeper
;el sonido que indicará que la transferencia de la llamada fracasó

pickupexten = *8
featuredigittimeout = 2000
atxfernoanswertimeout = 15
; Tiempo máximo para contestar una llamada transferida con el método
asistido.

atxferdropcall = no
; Si quien transfiere una llamada con el método "asistido" cuelga
;antes que la llamada sea transferida completamente, asterisk devuelve
;la llamada a quien la estaba transfiriendo. Si está en yes la llamada
;no se devuelve y se considera terminada.

atxferloopdelay = 10
;numero de segundos de espera antes de devolver la llamada (si
;atxferdropcall = no)

atxfercallbackretries = 2
;las veces que se intentará devolver la llamada

[featuremap]
blindxfer => #
;la tecla que hay que presionar para empezar la transferencia de una
;llamada desatendida

;disconnect => **
;la tecla que hay que presionar para terminar la llamada

automon => *1
;la secuencia de teclas que hay que hundir para grabar la llamada

atxfer => *2
;la secuencia de teclas para una transferencia de llamada "asistida".

parkcall => 7*
; La secuencia de teclas para parquear la llamada. Podemos usar esta
;secuencia o transferir directamente la llamada a la extensión 800

automixmon => 3*
;La secuencia de teclas que hay que hundir para grabar la llamada en
;un único archivo mezclando las voces de los dos interlocutores
```

Archivo meetme.conf

```
;#####  
;CONFIGURACION DEL ARCHIVO MEETME.CONF
```

```
[general]
```

```
audiobuffers=32
```

```
;permite sincronizar el audio de los distintos participantes y evitar  
;retrasos. Puede ser un valor entre 2 y 32
```

```
[rooms]
```

```
;salas de conferencia
```

```
conf => 1000,5869
```

```
;al marcar la extension 1000 se tiene acceso a la sala de  
;conferencias en la misma se debe digitar el PIN 5869 para tener  
;acceso
```