



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN
GESTION EMPRESARIAL**

TEMA:

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE UNA
CENTRAL TELEFONICA BASADA EN ASTERISK Y DISEÑO PARA
LA MIGRACION DE LA CENTRAL DE LA FACULTAD TECNICA”**

NOMBRES DE LOS AUTORES:

Gino Alvarado Mejía
Mario Pinos Guerra
Evelyn Peña Velasco

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Manuel Romero Paz



TESIS DE GRADO

TEMA:

“ESTUDIO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE UNA CENTRAL TELEFONICA BASADA EN ASTERISK Y DISEÑO PARA LA MIGRACION DE LA CENTRAL DE LA FACULTAD TECNICA”

Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

REALIZADO POR:

Gino Alvarado Mejía

Mario Pinos Guerra

Evelyn Peña Velasco

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:

Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Ing. Manuel Romero Paz

Director de Tesis

Ing.....

Vocal

Ing.....

Vocal

Ing. Héctor Cedeño Abad

Decano de la Facultad

Ing. Pedro Tutivén López

Director de Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado **“Estudio e implementación de un prototipo de una central telefónica basada en ASTERISK y diseño para la migración de la central de la Facultad Técnica”**, desarrollado por Gino Alvarado Mejía, Mario Pinos Guerra y Evelyn Peña Velasco fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ing. Manuel Romero Paz
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

En primer lugar queremos agradecer a Dios por llenar de bendiciones nuestras vidas y estar siempre para darnos fuerza e iluminar nuestras mentes.

A nuestros padres por todo el apoyo que nos han brindado en nuestras vidas estudiantiles y por todos los sacrificios que han tenido para darnos lo mejor. Por ser nuestro soporte cada día.

A nuestro Director de Tesis Ing. Manuel Romero Paz por su ayuda y paciencia en el desarrollo de este trabajo ya que sin su asesoramiento no hubiera sido posible su culminación.

A todos nuestros docentes por compartir sus enseñanzas con nosotros a lo largo de nuestra vida universitaria en esta Facultad.

A nuestros compañeros de clase quienes forman parte de nuestras vidas y nos ayudaron a seguir nuestro camino hacia la culminación de nuestra carrera.

El agradecimiento a cada una de las personas que forman partes de nuestras vidas y que de manera directa o indirecta nos ayudaron a culminar esta tesis y poder emprender una vida profesional de éxito.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN CON TELEFONIA IP	15
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.4 HIPÓTESIS	18
1.5 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	19
1.5.1 Objetivo General	19
1.5.2 Objetivos Específicos	19
1.6 VENTAJAS DE LA MIGRACIÓN	19
1.7 LA TECNOLOGÍA VoIP	20
1.7.1 Funcionalidad	21
1.7.2 Movilidad	22
1.7.3 Repercusión en el comercio	22
1.7.4 Futuro de la Voz sobre IP	23
1.7.5 VoIP no es un servicio, es una tecnología	24
1.7.6 Arquitectura de red	24
1.7.7 Protocolos de VoIP	24
CAPITULO 2 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL PROYECTO	28
2.1 COMPONENTES	28

2.1.1	Terminales de Usuario	28
2.1.2	<i>Gateway GW-FXS</i>	28
2.1.3	<i>Gateway GW-E1</i>	29
2.1.4	<i>Gatekeeper GK</i>	29
2.1.5	<i>MGC (Media Gateway Controller) o Softswitch</i>	30
2.1.6	Las nubes IP y PSTN	31
2.2	LOS PROTOCOLOS	31
2.3	CALIDAD DE SERVICIO EN LA NUBE IP	32
2.3.1	Latencia	33
2.3.2	Jitter	33
2.3.3	Eco	34
2.3.4	Rendimiento	34
2.3.5	Pérdida de Paquetes	34
CAPITULO 3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA VoIP		36
3.1	FAMILIA DE PROTOCOLOS H.32X	36
3.1.1	ITU-T H.320	36
3.1.2	ITU-T H.323	36
3.1.3	ITU-T H.324	37
3.2	PROTOCOLOS DE LA SUITE H.323	38
3.2.1	Tráfico	38
3.2.2	Señalización	38
3.2.3	Calidad de servicio	39
3.3	PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN H.323	40
3.3.1	Fase de Mantenimiento de la Registración	40
3.3.1.1	<i>Discovery</i> (Descubrimiento)	40
3.3.1.2	Registración	41
3.3.1.3	Localización	42
3.3.1.4	<i>Status</i> (Estado)	42
3.3.2	Fase de Conexión de la llamada	42

3.3.2.1	Admisión	42
3.3.2.2	Configuración Modo No-Ruteado	43
3.3.2.3	Configuración Modo Ruteado	44
3.3.2.4	Conexión (<i>Connect</i>)	44
3.3.2.5	Canal Vocal	45
3.3.2.6	Ancho de Banda (BW)	45
3.3.3	Fase de desconexión de la llamada	45
3.4	PROTOCOLO DE TRANSPORTE RTP	46
3.4.1	Protocolo RTP	46
3.4.2	Protocolo RTCP	47
3.5	VARIANTES EN H.323	48
3.5.1	Variante con <i>Softswitch</i>	49
3.5.2	<i>Softphone</i> en Internet	50
3.5.3	<i>Gateway</i> IP-IP	52
3.6	PROTOCOLOS MGCP Y SIP	52
3.6.1	Protocolo MGCP	52
3.6.2	Protocolo SIP	55
CAPITULO 4 EVOLUCIÓN DE VoIP		58
4.1	NUEVOS PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN	58
4.2	CLASIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS	58
4.3	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN SS7	60
4.4	EL ESTANDAR VoIP - VOZ SOBRE IP	63
4.5	DISPOSICIONES - VOZ SOBRE IP	70
CAPITULO 5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO BASADO EN ASTERISK		73
5.1	DESARROLLO DEL PROYECTO	78
5.2	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	78
5.3	INDUSTRIA RELACIONADA	79

5.3.1	Estado actual	79
5.3.2	Versiones	80
5.4	LA ARQUITECTURA DE ASTERISK	82
CAPITULO 6	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ASTERISK	85
6.1	PRIMEROS PASOS ASTERISK	86
6.1.1	Obtención del Sistema Operativo (SO)	86
6.1.2	Instalación del Sistema Operativo	86
6.1.3.	Obtención de Asterisk	88
6.1.4	Instalación de Asterisk	89
6.1.5	Iniciar el Servicio	91
6.2	CONFIGURACIÓN DE ASTERISK	93
6.2.1	¿Cómo funciona?	93
6.2.2	Archivos de configuración	94
6.2.3	Desarrollo de la configuración	95
6.2.4	Prueba	103
CAPITULO 7	BASES PARA LA MIGRACION DE LA CENTRAL DE LA FACULTAD TECNICA	104
7.1	VENTAJAS DE LA MIGRACION	104
7.2	PASOS PARA MIGRAR LA CENTRAL TELEFÓNICA DE LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO	105
7.3	EQUIPOS Y MATERIALES	106
7.3.1	<i>Switch</i> AT-FS716L-10	107
7.3.2	Teléfono IP DPH-150S	109
7.3.3	Adaptador de Teléfono Analógico RedVois R2-701	112
7.3.3.1	Descripción	113
7.3.3.2	Características Claves	113
7.3.3.3	Especificaciones	114

7.3.3.4 Operaciones Básicas	115
7.3.4 Realizar llamadas	117
7.3.5 Indicadores de luz	122
7.3.6 <i>Patch cord</i> 7ft cat-5e	122
7.3.7 <i>Switch</i> TPLINK TL-WR941ND	123
7.3.8 Servidor ASTERISK	125
7.4 MONTAJE DEL PROTOTIPO	126
7.5 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES	129
7.5.1 Configuración de ATA	130
7.5.2 Configuración de teléfonos IP D-LINK	132
7.5.3 Configuración de <i>softphones</i>	134
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
GLOSARIO	138
BIBLIOGRAFIA	145

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2.1	Componentes en una red de Telefonía-IP	29
Figura 3.1	Familia de protocolos para H.323	38
Figura 3.2	Fase de mantenimiento de la registraci3n entre GW y GK	41
Figura 3.3	Arriba la operaci3n de Conexi3n mediante el Modo No-Ruteado y abajo mediante el Modo Ruteado	43
Figura 3.4	Conexi3n final y desconexi3n de la llamada en Modo Ruteado	44
Figura 3.5	Comunicaci3n H.323 con <i>Softswitch</i> (modo ruteado) para funciones de Facturaci3n (<i>Billing</i>)	50
Figura 3.6	Proceso de comunicaci3n con un <i>softphone</i> H.323 en Internet	52
Figura 3.7	Proceso de comunicaci3n entre dominios con el GW IP-IP	51
Figura 3.8	Proceso de comunicaci3n con protocolo MGCP	54
Figura 3.9	Intercambio de mensajes para establecer una comunicaci3n con protocolo SIP	56
Figura 4.1	Protocolos involucrados en una red telef3nica	60
Figura 4.2	Intercambio de mensajes en el protocolo de se1alizacion SS7	61
Figura 4.3	Ejemplo de red con conexi3n de centralitas a <i>routers</i> CISCO que disponen de soporte VoIP	65
Figura 4.4	Elementos de una red VoIP	69
Figura 5.1	Prueba del sistema	103
Figura 7.1	Tel3fono IP DPH-150S	110
Figura 7.2	Adaptador de Tel3fono Anal3gico Handy Tone 286	113
Figura 7.3	Adaptador RedVois R2-701	113
Figura 7.4	<i>Patch cord</i> 7ft cat-5e	122
Figura 7.5	<i>Switch</i> TPLINK TL-WR941ND	123
Figura 7.6	Peinado del Rack	126
Figura 7.7	Peinado del Rack	126
Figura 7.8	Instalaci3n del <i>switch</i>	126
Figura 7.9	Conexiones LAN y WAN	126
Figura 7.10	Fuente de poder	127

Figura 7.11	Instalación de bandejas	127
Figura 7.12	Interconexiones troncales	127
Figura 7.13	Configuración de la central telefónica	128
Figura 7.14	Configuración de la central telefónica	128
Figura 7.15	Reseteo de todos los servicios	128
Figura 7.16	Muestra de la interfaz gráfica ELASTIX con las extensiones creadas	129
Figura 7.17	Configuración del direccionamiento del convertidor ATA	130
Figura 7.18	Configuración SIP convertidor ATA	131
Figura 7.19	Conexiones físicas del teléfono IP D-LINK	132
Figura 7.20	Configuración web del direccionamiento IP	133
Figura 7.21	Configuración del direccionamiento del convertidor ATA	134
Figura 7.22	<i>Softphone X-LITE</i>	135
Figura 7.23	<i>Softphone ZOIPER</i>	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Pila de protocolos en VoIP	67
Tabla 5.1	Estado actual de Asterisk	81
Tabla 5.2	Lenguajes de programación utilizados en Asterisk 1.4.0	82
Tabla 7.1	Especificaciones del Switch AT-FS716L-10	108
Tabla 7.2	Ficha técnica del Teléfono IP DPH-150S	109
Tabla 7.3	Especificaciones del Adaptador RedVois R2-701	114
Tabla 7.4	Comandos del RedVois R2-701	115
Tabla 7.5	Lista de códigos	118
Tabla 7.6	Opciones de llamadas	121
Tabla 7.7	Especificaciones de software y hardware	124
Tabla 7.8	Configuración de equipos terminales	129
Tabla 7.9	Direcciones IP	131

INTRODUCCION

Este proyecto propone el diseño, desarrollo e implementación de un prototipo, que plantea una alternativa al sistema telefónico, aplicado actualmente en la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Este diseño esboza un salto de la telefonía tradicional a la utilización de teléfonos SIP virtuales/físicos, SIP estándar, servicios VOIP y líneas telefónicas tradicionales, con el fin de simplificar y abaratar costos en la facultad, en cuanto al mantenimiento en esta área.

Este diseño se basará en Asterisk, que es un software libre, desarrollado por la empresa Digium. Una de las ventajas de este recurso, es que permite diseñar un sistema de telefonía, según las necesidades, fortalezas y debilidades de la empresa a aplicarse, en vez de tener que adecuar cada empresa a la telefonía, ya establecida. Logrando así, implementar una solución que responda a las necesidades de cada negocio, mejorando sus tiempos de respuesta y optimizando sus recursos. Así mismo se logra un Ahorro de recursos, ya que tiene un único cableado para todo el sistema, simplificando la infraestructura.

Para que el prototipo logre la migración de la central telefónica de la Facultad Técnica, a la tecnología Asterisk se propone que se cumplan los siguientes pasos:

- Verificar tipo y cantidad de extensiones existentes en la facultad, las cuales se hacen en el archivo extension.conf
- Diseño del plan de marcado, que se encargará de definir los permisos y privilegios de cada extensión
- Configurar la DISA para el servicio de IVR.
- Plantear la interconexión troncal con el proveedor de telefonía analógica local configurando la tarjeta FXO del servidor para generar la troncal a la CNT en el caso de la facultad
- Establecer que equipos terminales se pueden aprovechar para el diseño de la nueva infraestructura telefónica

Asterisk crece rápidamente y cada vez se van agregando más funciones a través del **CVS**. Los distintos desarrolladores a través del mundo agregan nuevos códigos o parches cada día, esto hace que sea el entorno ideal para empresas de todo tipo, que quieran una solución óptima para telecomunicaciones. Debido a que puede trabajar desde un simple servidor de Voz sobre IP, hasta una compleja PBX conectada a la PSTN.

CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN CON TELEFONIA IP

Como introducción a este capítulo en que se analizarán las generalidades de las redes utilizadas con Telefonía-IP, se presentará la justificación que motivó la realización de este trabajo, el problema a investigarse y la hipótesis desarrollada para su solución, los objetivos de esta investigación y los fundamentos teóricos que se utilizarán para el desarrollo de este tema.

1.1 ANTECEDENTES

Los sistemas de comunicación han crecido periódicamente en los últimos años. Actualmente las personas buscan conectarse más rápido y eficientemente, cada vez existen más dispositivos que se pueden integrar a las redes de comunicaciones; como los celulares, *Ipods*, receptores de televisión **IP** (*Internet Protocol*, Protocolo de Internet), impresoras de red, discos duros compartidos, entre otros. Es por esto que surge la necesidad de buscar alternativas más eficaces en la comunicación para las redes de voz y datos, en todos sus niveles.

Limitándose al estudio de una propuesta enmarcada en la telefonía (**IP**/Analógica), objeto de este diseño, se encuentran varias alternativas disponibles como: plataformas **IP**, centrales convencionales, redes de cobre tradicionales, entre otras. Todas estas suponen sin embargo la adición de una nueva red.

La tecnología **IP** en base a Asterisk, permite la comunicación **IP**/Analógica, digitalización de la voz, paquetización de la voz, enrutamiento de los paquetes. Además:

- Conversión de números telefónicos a direcciones **IP** y viceversa.
- Generación de la señalización requerida por la red telefónica.

El internet es la mayor red de datos del mundo, **VoIP** (*Voice over IP*, Voz sobre Redes IP) sirve para realizar llamadas por este medio.

Existen dos enfoques diferentes:

- **VoIP**: cualquier comunicación de voz por paquetes en una red **IP**
- **ToIP**: telefonía **IP**, la diferencia es que ésta se rige por los parámetros de calidad y control estrictos de la **ITU** (*International Telecommunication Union*, Unión Internacional de Telecomunicaciones)

Es importante no confundir Telefonía sobre **IP** con **ToIP** (*Text-over-IP*, Texto sobre IP). El 50% de las llamadas de grandes operadoras son encaminadas por **IP**, para el control de calidad se pueden usar *Códecs* específicos.

La infraestructura actual de comunicaciones de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, posee dos redes, una separada y otra paralela que son destinadas para los servicios de voz y datos. Con la propuesta de la implementación de una Central en base a Asterisk, con tecnología **IP**/Análoga, para la Facultad, se pueden reemplazar las dos redes por una sola, volviendo así más efectiva la utilización de los recursos físicos de la misma.

En este trabajo se presenta detalladamente la implementación de un prototipo de una central telefónica utilizando tecnología de VoIP mediante aplicaciones **ASTERISK** en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica y el diseño para reemplazar completamente el sistema telefónico tradicional de la facultad a uno con las mismas características del prototipo que le permitiría soportar teléfonos SIP virtuales o físicos, servicios de VoIP y también líneas telefónicas tradicionales.

La tecnología **VoIP** inicialmente se implementó para reducir el ancho de banda mediante compresión vocal, aprovechando los procesos de compresión diseñados para sistemas celulares en la década de los años 80, en consecuencia, se logró reducir los costos en el

transporte internacional. Luego tuvo aplicaciones en la red de servicios integrados sobre redes **LAN** (*Local Area Network*, Red de Área Local) e Internet. Con posterioridad se migró de las redes **LAN** utilizadas para aplicaciones privadas a la red **WAN** (*Wide Area Network*, Red de Área Amplia) para aplicaciones públicas con la denominación **IP-Telephony** (Telefonía-IP).

En telefonía pública se pueden observar diferencias entre un operador local y otro de larga distancia. Cuando se refiere a Telefonía-**IP**, se trata de la aplicación pública local. Existen varias características que hacen de la Telefonía-**IP** un problema de complejidad elevada respecto de la **VoIP**. Algunas de estas características son las siguientes:

- **Interoperatividad:** esta es una diferencia inicial entre **VoIP** y Telefonía-**IP** con las redes telefónicas actuales
- **Calidad de servicio garantizada:** mientras **VoIP** se piensa en el ámbito de interconexión mediante Internet (sin calidad de servicio asegurada); en Telefonía-**IP** se piensa en un *Backbone* de alta velocidad no-bloqueante para garantizar la calidad de servicio mediante herramientas de **QoS** (*Quality of Service*, Calidad de Servicio) en redes **ATM** (*Asynchronous Transfer Mode*, Modo de Transferencia Asíncrona) o mediante “Fuerza Bruta”. En Telefonía-**IP** se aplica el concepto de *carrier-grade* (grado de calidad de portadora). Este concepto puede incluir varios aspectos:
 - Redundancia de equipamiento para lograr disponibilidad elevada (por ejemplo, 99,99%)
 - Calidad vocal garantizada (bajos indicadores de errores, de retardo, de *jitter* y de eco, etc.)
- **Servicios de Valor Agregado:** se requiere la disponibilidad de servicios de valor agregado, similar a los ofrecidos en la red **PSTN** mediante la señalización **SS7**, conocido como **IN** (*Intelligent Network*, Red Inteligente)

1.2 JUSTIFICACIÓN

Observando la necesidad que tiene la Facultad Técnica de contar con redes de comunicaciones más flexibles, escalables y con una mayor eficiencia en la utilización del espacio físico, surgió la idea de proponer una migración de la central telefónica actual a un sistema de comunicaciones con tecnología **IP**, con el fin de que sirva como un modelo para posibles implementaciones futuras en la facultad o en la misma universidad.

La Telefonía **IP**, transporta voz convertida en datos (transmisión de paquetes). Así mismo la llamada se transmite por varios caminos (en paquetes de datos) sin bloquear el enlace. Por otro lado un *Gateway* (GW) se encarga de interactuar entre la telefonía convencional y la telefonía **IP**, integra las dos redes (voz y datos) en una sola red, reduce costos en el usuario final e integra telefonía, video, mensajería instantánea, entre otras cosas y aplicaciones.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La infraestructura actual para comunicaciones de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, es un sistema tradicional que impide la optimización de las transmisiones de voz y datos así como la implementación de nuevos servicios, siendo necesario el diseño de un nuevo sistema que permita una mayor eficiencia de las comunicaciones así como la modernización de los servicios.

1.4 HIPÓTESIS

Una migración de la central telefónica actual de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, usando la tecnología **IP** podría ser una alternativa viable y eficiente para la creación de redes de voz y datos en entornos locales y además permitiría llevar por una sola red la voz y los datos, haciendo que en un mismo punto exista internet y telefonía. Finalmente, este cambio aseguraría un mejor uso de los

recursos físicos disponibles en la Facultad, mejorando también la disposición estética de la misma.

1.5 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.5.1 Objetivo General

Demostrar que la utilización de la tecnología **IP** en base a Asterisk, es la opción más rentable, factible y eficiente en entornos locales y a gran escala, mediante el estudio y diseño de la propuesta de una central Asterisk para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la **UCSG** (Universidad Católica de Santiago de Guayaquil).

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio para establecer los fundamentos y requisitos técnicos para la utilización de tecnología **IP**
- Estudio y Diseño de una propuesta de migración de la central telefónica de la Facultad Técnica con tecnología IP y aplicando Asterisk
- Garantizar la factibilidad, rentabilidad y eficiencia del proyecto mostrándolo como la mejor opción a considerar para su futura acogida

1.6 VENTAJAS DE LA MIGRACIÓN

La tecnología que se propone usar para la migración muestra lo siguiente:

- Utiliza *hardware* estándar
- Es desarrollada y mantenida por la comunidad (centenares)
- El desarrollo es modular, dinámico, flexible, adaptable
- Aprovecha lo mejor que encuentra en otros PBX
- No se limita a las leyes del mercado
- Es interoperable

- Tiene su base en estándares abiertos
- Permite personalización por parte del usuario
- Su infraestructura no está manejada por una sola empresa
- Facilita el trabajo remoto
- El cliente decide lo que quiere, elimina lo que no le interesa
- Su crecimiento es ilimitado y escalable
- Telefonía: una aplicación más de red que se integra al resto de las aplicaciones (voz-datos)
- Entorno de desarrollo, plataforma de aplicación
- Escalable a Pyme, call centers y grandes empresas
- Incorpora toda la funcionalidad de los PBX propietarios
- Aprovecha el crecimiento de la banda ancha y las tecnologías WiMAX, Wireless
- El estudio de la propuesta está hecho en base a Linux, usando como plataforma Asterisk

Cada una de las características anotadas será desarrollada en los capítulos que componen este trabajo de investigación.

1.7 LA TECNOLOGÍA VoIP

Voz sobre protocolo de internet, también llamado **Voz sobre IP**, **VozIP**, **VoIP** (por sus siglas en inglés), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet, empleando un protocolo **IP**. Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes, a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como una compañía telefónica convencional o **PSTN**.

Los protocolos que son usados para llevar las señales de voz sobre la red **IP** son conocidos como protocolos de Voz sobre **IP** o protocolos **IP**. Pueden ser vistos como implementaciones comerciales de la "Red experimental de Protocolo de Voz" (1973), inventada por **ARPANET**.

Es muy importante diferenciar entre Voz sobre **IP (VoIP)** y Telefonía sobre **IP**. **VoIP** es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en pocas palabras es la tecnología que permite la transmisión de la voz sobre el protocolo **IP**. El tráfico de Voz sobre **IP** puede circular por cualquier red **IP**, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo redes **LAN**. Así mismo, la telefonía sobre **IP** es el conjunto de nuevas funcionalidades de la telefonía, es decir, en lo que se convierte la telefonía tradicional debido a los servicios que finalmente se pueden llegar a ofrecer gracias a poder portar la voz sobre el protocolo **IP** en redes de datos.

1.7.1 Funcionalidad

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

- Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono **VoIP**, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono **VoIP** en un viaje, y en cualquier sitio con conexión a Internet, se podría recibir llamadas
- Números telefónicos gratuitos para usar con **VoIP** están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario **VoIP**
- Los agentes de *Call Center* usando teléfonos **VoIP** pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida
- Algunos paquetes de **VoIP** incluyen los servicios extra por los que **PSTN** normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de tripartitas, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamada

1.7.2 Movilidad

Los usuarios de **VoIP** que viajan a cualquier lugar en el mundo pueden seguir haciendo y recibiendo llamadas de la siguiente forma:

- Los subscriptores de los servicios de las líneas telefónicas pueden hacer y recibir llamadas locales fuera de su localidad. Por ejemplo, si un usuario tiene un número telefónico en la ciudad de Nueva York viaja a Europa y alguien llama a su número telefónico, esta se recibirá en Europa. Además si una llamada es hecha de Europa a Nueva York, esta será cobrada como llamada local, por supuesto el usuario de viaje por Europa debe tener una conexión a Internet disponible
- Los usuarios de Mensajería Instantánea basada en servicios de **VoIP** pueden también viajar a cualquier lugar del mundo y hacer y recibir llamadas telefónicas
- Los teléfonos **VoIP** pueden integrarse con otros servicios disponibles en Internet, incluyendo videoconferencias, intercambio de datos y mensajes con otros servicios en paralelo con la conversación, audio conferencias, administración de libros de direcciones e intercambio de información con otros (amigos, compañeros, etc.)

1.7.3 Repercusión en el comercio

La Voz sobre **IP** está abaratando las comunicaciones internacionales y mejorando por tanto la comunicación entre proveedores y clientes, o entre delegaciones del mismo grupo.

Asimismo, la voz sobre **IP** se está integrando, a través de aplicaciones específicas, en portales web. De esta forma los usuarios pueden solicitar una llamada de cualquier empresa o programar una comunicación para una hora en concreto, la misma que se efectuará a través de un operador de Voz **IP** normalmente.

1.7.4 Futuro de la Voz sobre IP

El ancho de banda creciente a nivel mundial, y la optimización de los equipos de capa 2 y 3 para garantizar la **QoS** de los servicios de voz en tiempo real hacen que el futuro de la Voz sobre **IP** sea muy prometedor. En Estados Unidos los proveedores de voz sobre **IP** como **Vonage** consiguieron una importante cuota de mercado. En España, gracias a las tarifas planas de voz, los operadores convencionales consiguieron evitar el desembarco masivo de estos operadores, sin embargo la expansión de esta tecnología está viniendo de mano de los desarrolladores de sistemas como Cisco y Avaya que integran en sus plataformas redes de datos y voz. Otros fabricantes como Alcatel-Lucent, Nortel Networks, Matra, Samsung y LG también desarrollan soluciones corporativas de voz sobre **IP** en sus equipos de telecomunicaciones.

El Estándar **VoIP** (H.323) fue definido en 1996 por la **UIT** y proporciona a los diversos fabricantes una serie de normas con el fin de que puedan evolucionar en conjunto.

Por su estructura el estándar permite controlar el tráfico de la red, por lo que disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento.

Las redes soportadas en **IP** presentan las siguientes ventajas adicionales:

- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes **IP** actuales
- Es independiente del *hardware* utilizado
- Permite ser implementado tanto en *software* como en *hardware*, con la particularidad de que el *hardware* supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común
- Permite la integración de Vídeo y **TPV**

1.7.5 VoIP no es un servicio, es una tecnología

En muchos países del mundo, **IP** ha generado múltiples discordias, entre lo territorial y lo legal sobre esta tecnología, está claro y debe quedar en claro que la tecnología de **VoIP** no es un servicio como tal, sino una tecnología que usa el Protocolo de Internet (**IP**) a través de la cual se comprimen y descomprimen de manera altamente eficiente paquetes de datos o datagramas, para permitir la comunicación de dos o más clientes a través de una red como la red de Internet. Con esta tecnología pueden prestarse servicios de Telefonía o Videoconferencia, entre otros.

1.7.6 Arquitectura de red

El propio Estándar define tres elementos fundamentales en su estructura:

- **Terminales:** Son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en *software* como en *hardware*
- **Gatekeepers:** Son el centro de toda la organización **VoIP**, y serían el sustituto para las actuales centrales. Normalmente son implementadas en *software*, en caso de existir, todas las comunicaciones pasarían por él
- **Gateways:** Se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario

Con estos tres elementos, la estructura de la red **VoIP** podría ser la conexión de dos delegaciones de una misma empresa. La ventaja es inmediata: todas las comunicaciones entre las delegaciones son completamente gratuitas. Este mismo esquema se podría aplicar para proveedores, con el consiguiente ahorro que esto conlleva.

1.7.7 Protocolos de VoIP

Es el lenguaje que utilizarán los distintos dispositivos **VoIP** para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

Estos protocolos por orden de antigüedad (de más antiguo a más nuevo) son los siguientes:

- H.323 - Protocolo definido por la **ITU-T**
- SIP - Protocolo definido por la **IETF**
- Megaco (También conocido como H.248) y **MGCP** - Protocolos de control
- *Skinnny Client Control Protocol* - Protocolo propiedad de Cisco
- MiNet - Protocolo propiedad de Mitel
- CorNet-IP - Protocolo propiedad de Siemens
- IAX - Protocolo original para la comunicación entre PBXs Asterisk (Es un estándar para los demás sistemas de comunicaciones de datos, actualmente está en su versión 2 - IAX2)
- Skype - Protocolo propietario *peer-to-peer* utilizado en la aplicación Skype
- IAX2 - Protocolo para la comunicación entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX
- Jingle - Protocolo abierto utilizado en tecnología Jabber
- MGCP- Protocolo propietario de Cisco
- weSIP - Protocolo de licencia gratuita de VozTelecom

Como se ha visto **VoIP** presenta una gran cantidad de ventajas, tanto para las empresas como para los usuarios comunes. La pregunta sería ¿por qué no se ha implantado aún esta tecnología? A continuación se analizarán los aparentes motivos, por los que **VoIP** aún no se ha impuesto a las telefonías convencionales:

El principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de **VoIP** como de todas las aplicaciones de **IP** es garantizar la calidad de servicio sobre Internet, que solo soporta "mejor esfuerzo" (*best effort*) y puede tener limitaciones de ancho de banda en la ruta, actualmente no es posible y por eso, se presentan diversos problemas en cuanto a garantizar la calidad del servicio.

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de *Códecs* que garanticen la codificación y compresión del audio o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable.

Según el *Códec* utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

Entre los *códecs* utilizados en VoIP se encuentran los siguientes: G.711, G.723.1 y el G.729 (especificados por la ITU-T). Estos *Códecs* tienen este tamaño en su señalización:

- G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps
- G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 Kbps
- G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps
- G.728: bit-rate de 16 Kbps
- G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps

Esto no quiere decir que es el ancho de banda utilizado, por ejemplo el *Códec* G729 utiliza 31.5 Kbps de ancho de banda en su transmisión.

Una vez establecidos los retardos de tránsito y el retardo de procesado la conversación se considera aceptable por debajo de los 150 ms., esto es pérdida de tramas (*Frames Lost*).

Durante su recorrido por la red IP las tramas se pueden perder como resultado de una congestión de red o corrupción de datos. Además, para tráfico de tiempo real como la voz, la retransmisión de tramas perdidas en la capa de transporte no es práctica por ocasionar retardos adicionales. Por consiguiente, los terminales de voz tienen que retransmitir con muestras de voz perdidas, también llamadas *Frame Erasures*. El efecto de las tramas perdidas en la calidad de voz depende de cómo los terminales manejan las *Frame Erasures*.

En el caso más simple, el terminal deja un intervalo en el flujo de voz, si una muestra de voz es perdida. Si muchas tramas son perdidas, sonará grietoso con sílabas o palabras perdidas. Una posible estrategia de recuperación es reproducir las muestras de voz previas. Esto funciona bien si sólo unas cuantas muestras son perdidas. Para combatir mejor las ráfagas de errores usualmente se emplean sistemas de interpolación. Basándose en muestras

de voz previas, el decodificador predecirá las tramas perdidas. Esta técnica es conocida como *Packet Loss Concealment (PLC)*.

La ITU-T G.113 apéndice I provee algunas líneas de guía de planificación provisional en el efecto de pérdida de tramas sobre la calidad de voz. El impacto es medido en términos de I_e , el factor de deterioro. Este es un número en el cual 0 significa no deterioro y el valor más grande de I_e significa un deterioro más severo.

La calidad de este servicio se está logrando bajo los siguientes criterios:

- La supresión de silencios, otorga más eficiencia a la hora de realizar una transmisión de voz, ya que se aprovecha mejor el ancho de banda al transmitir menos información
- Compresión de cabeceras aplicando los estándares RTP/RTCP
- Priorización de los paquetes que requieran menor latencia. Las tendencias actuales son:
 - CQ (*Custom Queuing*): Asigna un porcentaje del ancho de banda disponible
 - PQ (*Priority Queuing*): Establece prioridad en las colas
 - WFQ (*Weight Fair Queuing*): Se asigna la prioridad al tráfico de menos carga
 - *DiffServ*: Evita tablas de encaminados intermedios y establece decisiones de rutas por paquete
- La implantación de IPv6 que proporciona mayor espacio de direccionamiento y la posibilidad de *tunneling*

En el capítulo 2 se presenta la información general en que se sustentará esta investigación. Se tratará acerca de los componentes del sistema que se desarrolla en este trabajo, sus protocolos, la calidad de servicio y los fenómenos que afectan al sistema.

CAPITULO 2 INFORMACION GENERAL SOBRE EL PROYECTO

En este capítulo se tratará acerca de los componentes del sistema que se desarrolla en esta investigación, sus protocolos, la calidad de servicio y los fenómenos que afectan al sistema.

2.1 COMPONENTES

En primer lugar se presentará de manera detallada los componentes del sistema:

2.1.1 Terminales de Usuario

Pueden encontrarse clientes que desean utilizar sus teléfonos convencionales y aquellos que cambian hacia una Telefonía-IP integrada con su **LAN**. Cuando un cliente desea instalar un servicio integrado de telefonía y datos, la red **LAN** es donde se conectan los terminales, los elementos de interconexión al exterior (*router*, *proxy* o *gateway GW*) y el *gatekeeper GK* local. El servicio de Telefonía-IP puede ofrecerse sin necesidad de una **LAN**, por ejemplo mediante líneas analógicas que se conectan a la vieja **PABX** del usuario.

En el caso de utilizar la **LAN**, los terminales se comunican en forma bidireccional en tiempo real. Se utilizan *software* en la **PC** (*Personal Computer*, Computadora Personal) o teléfonos dedicados (*IP-Phone*). De esta forma el mismo terminal de cableado estructurado se utiliza para ambos componentes del escritorio (el teléfono y la **PC**). Para el caso de utilizar la vieja **PABX**, se requiere instalar un *Gateway* de usuario **FXS** (*Foreign Exchange Station*) o **E1**.

2.1.2 Gateway GW-FXS

Provee la conectividad entre el mundo **IP** y el de telefonía convencional. Realizan la emulación de interfaz **FXO/FXS** (*Foreing Exchange Office/Station*), lo que permite adaptar un **PBX** a la **VoIP**. Se conecta a la **PBX** convencional por un lado y a la red de transporte **IP** por el otro, lo que permite conectar un usuario convencional a la red de Telefonía-IP

pública. Permite la traslación de direcciones desde **IP** a la **ITU-E.164** de la red telefónica convencional. Es decir, actúa de interfaz desde la red **IP** (dirección de 4 bytes) hacia la **PSTN** (dirección de 16 dígitos decimales).

2.1.3 Gateway GW-E1

Este **GW** se encuentra entre la red **IP** y la **PSTN** para interconectar distintos proveedores de telefonía mediante técnicas de transporte diversas. Entre las funciones del **GW** se encuentra: la conversión de codificación vocal; la supresión de silencios y señalización **DTMF** (*Dual-Tone Multi-Frequency*, Sistema Multifrecuencial); la supresión de eco; generar las conexiones **RTP** (*Real-time Transport Protocol*, Protocolo de Transporte de Tiempo Real); etc. La Figura 2.1 muestra los componentes de una red de telefonía-IP.

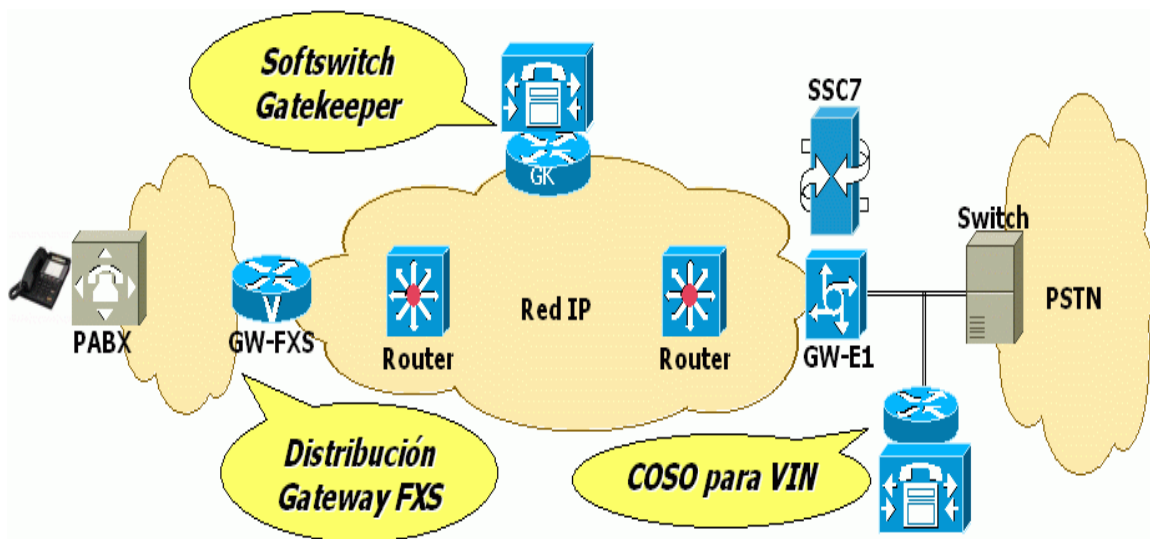


Figura 2.1 Componentes en una red de Telefonía-IP.

2.1.4 Gatekeeper GK

Realiza el control para el procesamiento de la llamada en protocolo **H.323**. Es un *software* que puede funcionar por ejemplo sobre Linux u otro sistema operativo. Pueden existir varios **GK** por razones de redundancia y compartir la carga en la red. El principal

parámetro del **GK** es la cantidad de llamadas cursadas en las horas pico. Dicho parámetros se conoce como **BHCA** (*Busy Hour Call Attempts*, Intentos de Llamadas en Horas Pico).

Las funciones del GK son:

- Traslación de direcciones desde una dirección “alias” del terminal hacia una dirección de capa 3/4 (socket)
- Control de admisión para autorizar el acceso a la red mediante mensajes **ARQ/ACF/ARJ** protocolo **RAS** (*Registration, Admisión and Status*, Registro, admisión y estado)
- Control de ancho de banda mediante mensajes **BRQ/BRJ/BCF** (protocolo **RAS**)
- Señalización de control de llamada para autorización o rechazo de llamadas
- Servicios de directorio
- Servicio de reservación de ancho de banda, etc.

2.1.5 MGC (*Media Gateway Controller*) o *Softswitch*

Es el control de procesamiento con la red pública **PSTN**, es un *software* que contiene en su interior al **GK** y realiza las siguientes funciones:

- Control de llamada (asimilable al punto de conmutación en las **PABX**)
- Identificación del tráfico **H.323** y aplicación de las políticas apropiadas
- Limitación del tráfico **H.323** sobre la **LAN** y **WAN**
- Entrega de archivos **CDR** (Call Detail Records, Discos Compactos Grabados) para la facturación
- Realiza la interfaz con las redes inteligentes
- Inserta calidad de servicio e implementa políticas de seguridad

Los **MGC** pueden colocarse en configuración **Failover** para protección ante fallas. Los **GW** son controlados por el **MGC** mediante el protocolo **MGCP** (*Media Gateway Control Protocol*). Como protocolo de señalización hacia la **PSTN** se utilizan **ISUP/TCAP** de la

serie **SS7** o el **MFC-R2** para centrales sin facilidad **SS7**. En las redes de Telefonía-IP públicas, el **GK** se encuentra integrado al **MGC**. También se dispone de servidores para **RADIUS** (*Remote Authentication Dial-In User Server*, Protocolo de autenticación y autorización), para **LDAP** (*Lightweight Directory Access Protocol*, Protocolo Ligero de Acceso a Directorios) y para **AAA** (funciones de autenticación y cobro).

Las funciones del **MGC** pueden ser realizadas mediante dos técnicas distintas. La primera, toma del mundo de la telefonía pública convencional las partes que pueden ser utilizadas (procesador central, memoria, cómputo de tráfico, etc.) y elimina aquellas que no corresponden (red de conmutación de circuitos). En la segunda, se trata de un software absolutamente nuevo (conocido como *Softswitch*) que corre sobre una plataforma genérica (por ejemplo, Linux). De acuerdo con la nomenclatura de la norma H.323 el controlador de llamada es el *Gatekeeper* **GK**; sin embargo, se ha popularizado también la denominación **MGC** para una mayor extensión de funciones.

2.1.6 Las nubes IP y PSTN

Los *routers* conforman la “nube” **IP**. Son los componentes que distribuidos en la red **IP** permiten el enrutamiento de los paquetes entre GW (reemplazan a los centros de conmutación de las **PSTN**). La **PSTN** conforma la “nube” de telefonía convencional con conmutación de circuitos.

2.2 LOS PROTOCOLOS

La Telefonía-IP utiliza como soporte cualquier medio basado en *routers* y los protocolos de transporte **UDP/IP**. El modelo de capas diseñado en 1981 para **IP** tenía prevista que la voz estuviera soportada sobre protocolos **RTP/IP**. El modelo actual en cambio, agrega **RTP/UDP/IP**. Existen varios organismos involucrados en los estándares para la señalización: el **ITU-T** (*The Telecommunication Standardization Sector*, Sector de Normalización de las Telecomunicaciones), que dió lugar a la suite de protocolos H.323, por ejemplo); el **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*, Instituto

Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones) y el **IETF** (*Internet Engineering Task Force*, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet).

Los protocolos de señalización utilizados en Telefonía-IP son de diversos tipos. El **ITU-T H.323** es el primero aplicado para acciones dentro de una Intranet fundamentalmente. Es una cobertura para una suite de protocolos como el H.225, H.245 y **RAS** que se soportan en **TCP** (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión) y **UDP** (*User Datagram Protocol*, Protocolo de datagrama de usuario). El **IETF** define otros tipos de protocolos: el **MGCP** para el control de las *gateway* a la red pública **PSTN** y **SIP** hacia las redes privadas o públicas.

La señal vocal se transmite sobre el protocolo de tiempo real **RTP** (con el control **RTCP**) y con transporte sobre **UDP**. El protocolo de reservación de ancho de banda **RSVP** puede ser de utilidad en conexiones unidireccionales (distribución de señal de *broadcasting*, por ejemplo).

La señalización **SS7** se utiliza hacia la red pública **PSTN**. De forma que se disponen de los protocolos **ISUP/SCCP/TCAP** que se transmiten sobre **MTP** en la **PSTN** y sobre **TCP/IP** en la red de paquetes. El protocolo **Q.931** (derivado de **ISDN**) se utiliza para establecer la llamada en H.323.

2.3 CALIDAD DE SERVICIO EN LA NUBE IP

Dos son los mitos que involucran a la Telefonía-IP: Uno se refiere a la baja calidad de Internet, se confunden las prestaciones de los accesos dial-up con el uso de canales de transporte punto-a-punto con calidad contratada. Otro se refiere al medio de transportar a los paquetes **IP**, aquí se menciona que solo **ATM** está en condiciones de garantizar la calidad de servicio. Nuevamente se ignora la serie de herramientas que posee una red **IP** y Gigabit-Ethernet para garantizar una calidad de servicio. Los problemas que son evidentes en una red de **VoIP**, son la Latencia, el *Jitter* y el Eco. En Telefonía-IP estos problemas son resueltos mediante diversas técnicas.

2.3.1 Latencia

Se define así al *gap* (interrupción) en la conversación debido a los retardos acumulados. El primer retardo es en la matriz del *switch* (el retardo producido por el proceso *store-and-forward*) y el retardo de procesamiento (cambio de encabezado de paquetes, por ejemplo). A esto se suman los retardos propios del proceso de compresión vocal (insignificante en codificación G.711 y más elevado en aplicaciones con G.729).

Los retardos en la red pueden ser reducidos mediante el protocolo de reservación **RSVP**. El retardo debido a la compresión vocal se puede eliminar usando la velocidad de 64 Kbps sin compresión (G.711). Este último aspecto es muy interesante, inicialmente **VoIP** se desarrolló para reducir costos con menor velocidad y usando la infraestructura de Internet. Actualmente, con el modelo de una red **IP** de alta velocidad, la compresión vocal no es obligatoria en una red local. En este caso, Telefonía-IP se desarrolla para brindar una red de servicios integrados soportada en protocolo **IP**, sin límites en el ancho de banda.

Cuando se trabaja con señales en Internet en cambio, el ancho de banda es limitado y por ello se requiere compresión vocal. Por ejemplo, el tamaño de un paquete **RTP** incluye 66 Bytes de encabezado (26 de **MAC**, 20 de **IP**, 8 de **UDP** y 12 de **RTP**) y 71 de carga útil. El *overhead* puede ser comprimido. La información vocal puede ser reducida. Por ejemplo: para G.723 trabajando a 6,3 Kbps (trama de 30 mseg) sin supresión de silencios se requieren 11 paquetes/seg y 71 Bytes/paquete. Si integramos la supresión de silencios (técnica **VAD**) esta velocidad se reduce sustancialmente.

2.3.2 Jitter

Es el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante. Se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico en el *backbone* de la red, por el distinto tiempo de tránsito de los paquetes debido a pérdidas de conexión, etc. Se puede utilizar un *buffer* para distribuir los paquetes y reducir el *jitter*, pero introduce un retardo adicional. Lo correcto es incrementar el ancho de banda del enlace, solución posible en un *backbone* pero

de menor posibilidad en los enlaces **WAN**. Otra posibilidad es la formación de colas para prioridad de tráfico de telefonía sobre los de datos.

2.3.3 Eco

Las características anteriores (latencia y *jitter*) pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (**ITU G.168**). Se tienen 2 tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido remoto. El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal autoadaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos.

2.3.4 Rendimiento

Es la capacidad de un enlace de transportar información útil. Representa a la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo. No tiene relación directa con el *delay*. (Por ejemplo, se puede tener un enlace de alto rendimiento y alto *delay* o viceversa, como sería por ejemplo un enlace satelital de 2 Mbps y 500 mseg de *delay*).

2.3.5 Pérdida de Paquetes

Es la tasa de pérdida de paquetes. Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden ser producto de alta tasa de error en alguno de los medios de enlace o por sobrepasarse la capacidad de un *buffer* de una interfaz en momentos de congestión. Los paquetes perdidos son retransmitidos en aplicaciones que no son de Tiempo Real; en cambio para telefonía, no pueden ser recuperados y se produce una distorsión vocal.

El retardo afecta a la performance de aplicaciones interactivas (por ejemplo, Telnet). El rendimiento afecta a la performance de aplicaciones que mueven grandes volúmenes de información (por ejemplo, Mail y **FTP**). La pérdida de paquetes afecta a ambos tipos de aplicaciones. El *jitter* afecta a aplicaciones de tiempo real como la voz y el video por **IP**.

En el capítulo 3 se realiza un análisis de la situación actual de la tecnología **VoIP**, una descripción detallada de los protocolos utilizados, la señalización y la calidad e servicio.

CAPITULO 3 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA VoIP

En este capítulo se analizará la situación actual de la tecnología **VoIP** para lo cual se tratará especialmente el caso de la **Suite H.323**. Inicialmente se presenta una descripción de la serie de estándar H.32x.

3.1 FAMILIA DE PROTOCOLOS H.32X

Para aplicaciones de multimedia, las primeras acciones se emprendieron con la definición de los protocolos **RTP/RTCP (RFC-1889)**. La norma del **ITU-T H.225** utiliza a **RTP** (ésta anexa enteramente de H.225). El **ITU-T** ha definido estándares de cobertura para distintos servicios:

3.1.1 ITU-T H.320

Se ha diseñado para tecnologías referidas como velocidades P_x64 Kbps para videoteléfono. El estándar cubre desde 64 a 2048 Kbps con un retardo inferior a 150 mseg. Se señala un protocolo de conectividad internacional que permite la comunicación entre aparatos de distinta producción y compatibles con **ISDN**. La norma H.320 involucra a las funciones una familia de normas: H.261 para la señal de video; G.721/722/728 para sonido; H.221 para el entramado de datos; H.230 para el control y H.242 para la señalización. Determinan los componentes del sistema de videoteléfono conectado a una central privada o desde un acceso **ISDN** a 2x64 Kbps. El algoritmo de codificación de vídeo se indica el H.261; el algoritmo de audio en AV.250; el control de sistema en H.242 (señalización dentro de banda) y H.230 (intercambio de tramas de control); el multiplexor de las 3 señales anteriores en H.221 y el adaptador hacia la red en I.400.

3.1.2 ITU-T H.323

Esta norma data de 1996 (versión 1) y 1998 (versión 2) y ha sido generada para sistemas de comunicación multimediales basado en paquetes (redes que pueden no garantizar

correctamente la calidad de servicio **QoS**). Esta tecnología permite la transmisión en tiempo real de vídeo y audio por una red de paquetes. Es de suma importancia ya que los primeros servicios de voz sobre protocolo Internet (**VoIP**) utilizan esta norma. En la versión 1 del protocolo H.323v1 se disponía de un servicio con calidad (**QoS**) no garantizada sobre redes **LAN**. En la versión 2 se definió la aplicación **VoIP** independiente de la multimedia. Una versión 3 posterior incluye el servicio de fax sobre **IP** (**FoIP**) y conexiones rápidas entre otros.

La versión H.323v2 introduce una serie de mejoras sobre la H.323v1. Algunas de ellas son:

- Permite la conexión rápida (elimina parte de tiempo de solicitud de conexión)
- Mediante H.235 introduce funciones de seguridad (autenticación, integridad, privacidad)
- Mediante H.450 introduce los servicios suplementarios
- Soporta direcciones del tipo **RFC-822** (e-mail) y del formato **URL** (*Uniform Resource Locator*, Localizador Uniforme de Recursos)
- Mediante la unidad **MCU** (*Multipoint control unit*, Unidad de Control Multipunto) permite el control de llamadas multi-punto (conferencia)
- Permite la redundancia de *gatekeeper*
- Soporta la codificación de vídeo en formato H.263
- Admite el mensaje **RIP** (*Routing Information Protocol*, Protocolo de encaminamiento de información) para informar que la llamada no puede ser procesada por el momento
- Provee la facilidad que el *gateway* informe al *gatekeeper* sobre la disponibilidad de enlaces para mejorar el enrutamiento de llamadas

3.1.3 ITU-T H.324

Esta norma incluye la codificación H.263 para la señal de video. El objetivo de **ITU-T** H.263 es mejorar la calidad de H.261. Esta norma es coherente con **MPEG-4** desarrollado por la **ISO** (*International Organization for Standardization*, Organización Internacional para la Estandarización). Formalmente utiliza las mismas técnicas de compresión de

imagen con 5 a 15 imágenes/seg. H.324 permite la interactividad entre terminales **PC**-multimediales, módem de voz-datos, *Browsers* de web con vídeo en vivo, videoteléfonos, sistemas de seguridad, etc.

3.2 PROTOCOLOS DE LA SUITE H.323

A continuación se presentaran en forma detallada los protocolos de la suite H.323:

3.2.1 Tráfico

El tráfico de señal vocal se realiza sobre los protocolos **UDP/IP**. La codificación de audio puede ser de diferentes tipos. Con G.711 a velocidad es de 64 Kbps. El **ITU-T** ratificó en 1995 a G.729 para las aplicaciones de **VoIP**. En tanto, el VoIP-Fórum en 1997, liderado por Intel y Microsoft, seleccionó a G.723.1 con velocidad de 6,3 Kbps para la aplicación **VoIP**. La codificación de vídeo se realiza de acuerdo con H.263. Ambos servicios se soportan en el protocolo de tiempo real **RTP**.

3.2.2 Señalización

La señalización se transporta sobre los protocolos **TCP/IP** o **UDP/IP**. La familia de protocolos de señalización en H.323 incluye los siguientes protocolos (ver la Figura 3.1):

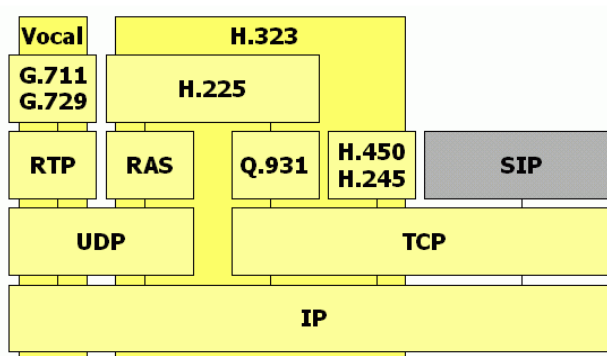


Figura 3.1 Familia de protocolos para H.323

- **H.225:** son los mensajes de control de señalización de llamada que permiten establecer la conexión y desconexión. Este protocolo describe cómo funciona el protocolo RAS y Q.931. El H.225 define como identificar cada tipo de codificador y discute algunos conflictos y redundancias entre RTCP (*Real Time Control Protocol*) y H.245
- **Q.931:** este protocolo es definido originalmente para señalización en accesos **ISDN** (*Integrated Services Digital Network*, Red Digital de Servicios Integrados) básico. Es equivalente al **ISUP** (*ISDN User Part*) utilizado desde el **GW** hacia la red **PSTN**
- **RAS:** utiliza mensajes H.225 para la comunicación entre el **GW** y **GK**. Sirve para registración, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión
- **H.245:** este protocolo de señalización transporta la información no-telefónica durante la conexión. Es utilizado para comandos generales, indicaciones, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc. Se usa en la interfaz **GW-GW** y **GW-GK**. El H.245 es una librería de mensajes con sintaxis del tipo **ASN.1** (*Abstract Syntax Notation One*, Notación Sintáctica Abstracta 1). En particular codifica los dígitos **DTMF** en el mensaje *UserInputIndication*
- **H.235:** provee una mejora sobre H.323 mediante el agregado de servicios de seguridad como autenticación y privacidad (criptografía). El H.235 trabaja soportado en H.245 como capa de transporte. Todos los mensajes son con sintaxis **ASN.1**

3.2.3 Calidad de servicio

Se transporta en protocolos **UDP/IP** como los siguientes:

- **RTP:** es usado con **UDP/IP** para identificación de carga útil, numeración secuencial, monitoreo, etc. Trabaja junto con **RTCP** (*RT Control Protocol*) para entregar un *feedback* sobre la calidad de la transmisión de datos. El encabezado de **RTP** puede ser comprimido para reducir el tamaño de archivos en la red
- **RSVP** (Protocolo de Reserva de Recursos): el protocolo de reservación de ancho de banda es usado para reservar un ancho de banda especificado dentro de la red **IP**

Téngase en cuenta que **RSVP** trabaja sobre **PPP** (Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto, o similar a **HDLC** (High-Level Data Link Control, Control de Enlace de Datos de Alto Nivel) pero no trabaja bien sobre una **LAN** multiacceso.

- **PPP**: se utiliza para enlaces inferiores a 2 Mb/s para fraccionar los paquetes de gran longitud y permitir el intercalado con paquetes de servicios en tiempo-real.

3.3 PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN H.323

El procedimiento de funcionamiento de los protocolos de la suite H.323 se describe con detalle a continuación:

En H.323 se encuentran 3 tipos de mensajes de señalización diferentes:

- **H.245**: se describen estos mensajes en forma de texto concatenado en letras tipo *bold* (por ejemplo se menciona el mensaje: *MaximumDelayJitter*)
- **RAS**: se representa mediante 3 letras (por ejemplo **ARQ**)
- **H.225/Q.931**: representado en una o dos palabras con la primer letra en mayúsculas (ejemplo: *Call Proceeding*). Es usado para encapsular los mensajes H.245 de señalización entre terminales y originalmente fue diseñado como protocolo **DSS1** en capa 3/7 para los accesos **ISDN**

3.3.1 Fase de Mantenimiento de la Registración

Contiene un intercambio de mensajes para mantener activa la conexión entre los **GW** y el **GK**. En la Figura 3.2 se puede ver el intercambio de mensajes de **RAS**.

3.3.1.1 *Discovery* (Descubrimiento)

Este primer paso es el proceso por el cual el **GW** determina cual es el **GK** que atiende a la red en ese momento. El mensaje desde el **GW** es del tipo *multicast* y se denomina **GRQ** (*Gatekeeper Request*). El **GK** responde con la aceptación **GCF** (*GK Confirmation*) o

rechazo **GRJ** (**GK Reject**). El **GK** puede indicar un **GK** alternativo mediante mensajes *AlternateGatekeeper*. Si no se está en condiciones de procesar el *request* (pedido), se puede enviar un mensaje **RIP** (*Request in Progress*) para indicar que se está procesando el *request*; esto resetea el *timeout* de la conexión.

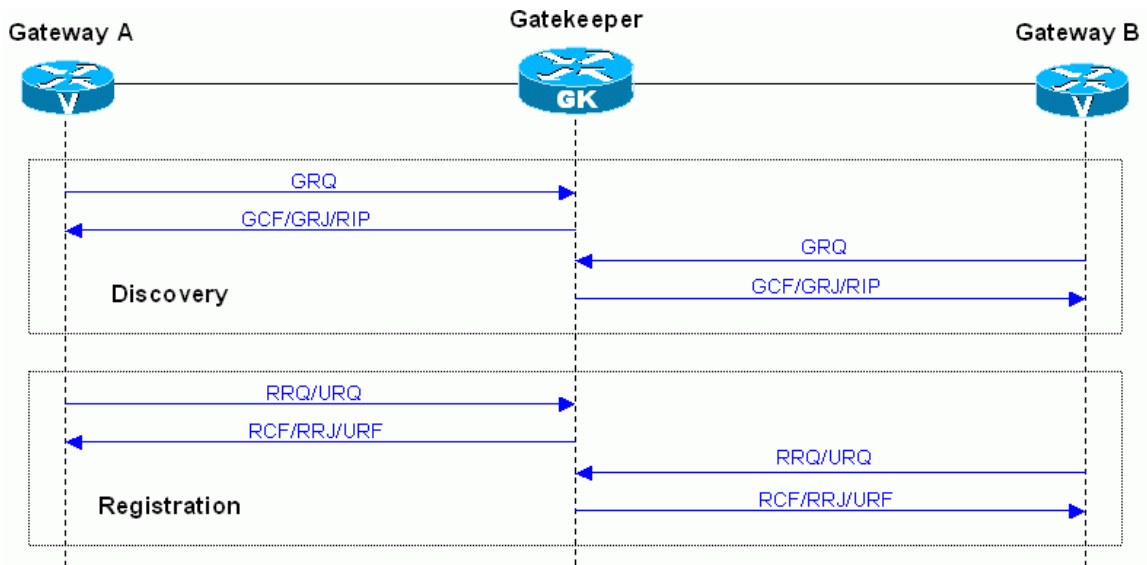


Figura 3.2 Fase de mantenimiento de la registración entre GW y GK

3.3.1.2 Registración

El **GW** informa de sus direcciones de transporte y alias mediante **RRQ** (*Registration Request*) y el **GK** responde con **RCF** (*Registration Confirmation*) o **RRJ** (*Registration Reject*). El **RRQ** se emite en forma periódica. La registración tiene un tiempo de duración (expresado en segundos) para lo cual se utiliza el mensaje *timeToLive*. El terminal o el **GK** pueden cancelar la registración mediante el mensaje **URQ** (*Unregister Request*) al cual le corresponde la confirmación **URF** (*Unregister Confirmation*).

3.3.1.3 Localización

Un **GW** o **GK** que tiene un alias para un **GW** y quiere determinar su información de contacto, puede emitir el mensaje de requerimiento de localización **LRQ** (*Location Request*), al cual le corresponde la confirmación **LCF** (*Location Confirmation*) con la información requerida. La dirección puede ser del tipo E.164 si se trata de un **GK** fuera de la red. De existir varios **GK** se disponen de mensajes para intercomunicación, por ejemplo, **LRQ** y **LCF**.

3.3.1.4 Estado (Status)

Se trata de un mensaje periódico (mayor a 10 segundos) que emite el **GK** al terminal para determinar el estado y requerir un diagnóstico. Se trata de los mensajes **IRQ** (*Information Request*) e **IRR** (*Information Response*). La habilitación se realiza mediante *WillRespondToIRR* enviado en el mensaje **RCF** o **ACF**.

3.3.2 Fase de Conexión de la llamada

Representa las distintas etapas para establecer una llamada:

3.3.2.1 Admisión

En la Figura 3.3, el proceso se inicia cuando desde la **PSTN** se recibe un mensaje de *Setup* para inicio de una llamada entrante en protocolo **ISUP** (*ISDN User Part*, de la suite de protocolos de señalización telefónica **SS7**). El **GW** responde a la **PSTN** mediante el mensaje *Call Processing*, para mantener la conexión en espera.

El **GW** requiere iniciar una llamada mediante el pedido de admisión desde **GW** al **GK**. Este mensaje es **ARQ** (*Admissions Request*) y contiene un requerimiento *Call Bandwidth* (en formato Q.931). El **GK** puede reducir las características de la solicitud en el mensaje de confirmación **ACF** (*Admissions Confirm*). En el mismo mensaje **ARQ** se dispone de la

funcionalidad *TransportQOS* para habilitar la funcionalidad de reservación de ancho de banda **RSVP**, para servicios unidireccionales (orientado-al-receptor).

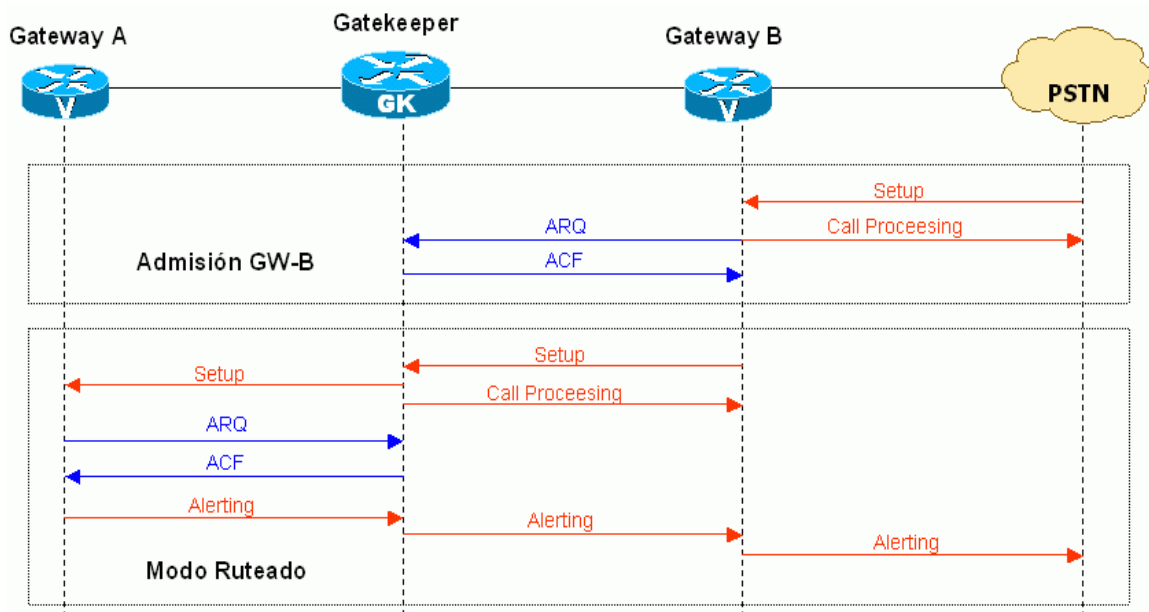


Figura 3.3 Arriba la operación de Conexión mediante el Modo No-Ruteado y abajo mediante el Modo Ruteado

3.3.2.2 Configuración Modo No-Ruteado

Una vez admitido el **GW-B** por el **GK** el procedimiento se bifurca en el modo ruteado y no-ruteado. En el modo de operación no-ruteado, el **GK** informa al **GW-B** cual es la dirección **IP** del **GW-A** al cual va dirigida la llamada, de acuerdo con la dirección E.164 recibida en el mensaje **ARQ**. Ahora, el **GW-B** se comunica con el **GW-A** que fue indicado por el **GK** y le envía el mensaje *Setup*. Este mensaje (en protocolo Q.931) es respondido mediante el mensaje *Call Proceeing*.

El **GW-A** se ocupa de registrarse mediante **ARQ** y recibe desde el **GK** el mensaje **ACF**. Con estas acciones cumplidas, el **GW-A** se ocupa de informar al usuario de la llamada entrante (corriente de llamada al teléfono) y hacia el **GW-B** le envía el mensaje de Alerta en Q.931 para indicar el estado de llamada. El **GW-B** envía el mensaje de Alerta a la **PSTN**, ahora en formato de protocolo **ISUP**.

3.3.2.3 Configuración Modo Ruteado

Para el caso de trabajar con Modo Ruteado, el mensaje de *Setup* entre **GW** pasa por el **GK**. En el caso No-Ruteado anterior, el **GK** se desentiende de la conexión y solo se ocupa de la traslación entre direcciones E.164 e **IP**. En el modo ruteado el **GK** seguirá toda la conexión, de forma que haciendo uso de las funcionalidades de *Softswitch* se podrán ofrecer servicios de valor agregado.

3.3.2.4 Conexión (Conect)

Cuando el usuario en el **GW-A** responde se genera el mensaje Q.931 de *Connect*. Este mensaje se emite hacia el **GK** (Modo Ruteado), quien hace lo mismo hacia el **GW-B** y este lo imita hacia la **PSTN** pero en protocolo **ISUP** como puede verse en la Figura 3.4.

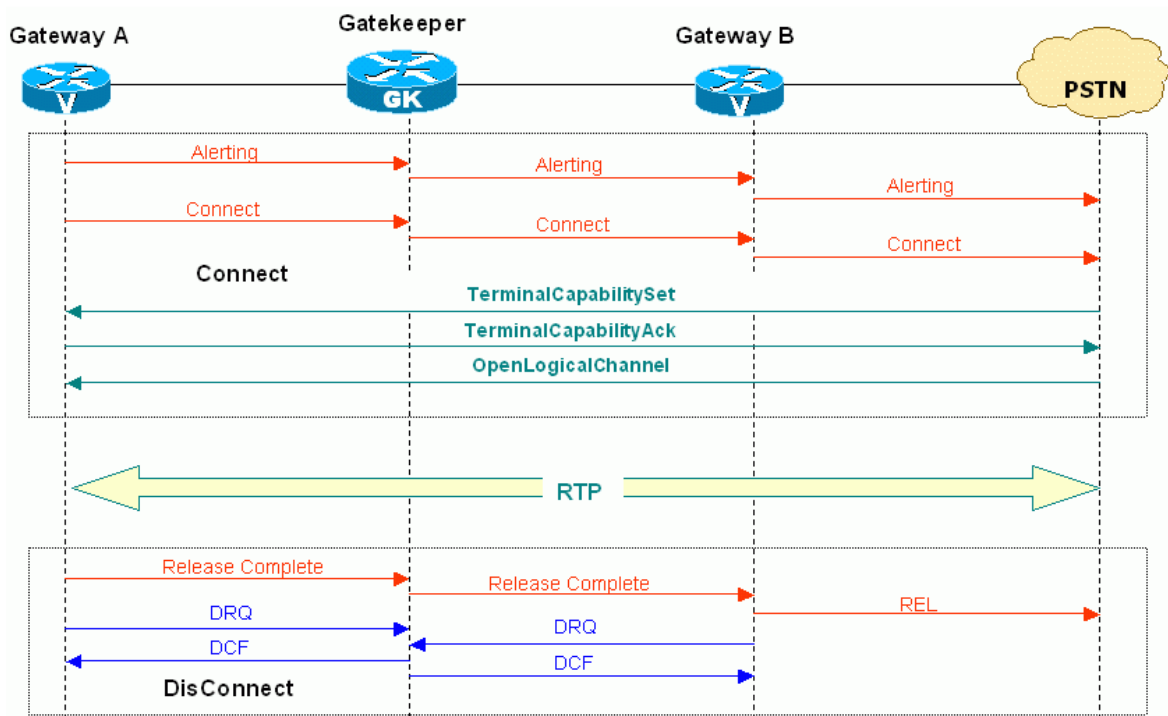


Figura 3.4 Conexión final y desconexión de la llamada en Modo Ruteado

El paso siguiente es establecer las capacidades de los terminales utilizando el protocolo H.245 entre **GWs**. Se trata del mensaje *TerminalCapabilitySet* de solicitud y el

TerminalCapabilityAck de respuesta, que permite determinar la capacidad del terminal, tipo de codificador, canal lógico, etc. Finalmente, se envía el mensaje *OpenLogical Channel* para abrir un canal lógico.

3.3.2.5 Canal Vocal

El canal vocal se transporta sobre los protocolos **RTP** de la suite **IP**. Más detalles se incluirán al tratar más adelante acerca del protocolo **RTP**.

3.3.2.6 Ancho de Banda (BW)

Durante una conexión el terminal o el **GK** pueden requerir el cambio de ancho de banda del canal mediante el mensaje **BCR** (*Bandwidth Change Request*).

3.3.3 Fase de desconexión de la llamada

En la Figura 3.4 se indica la fase de desconexión de la llamada. La misma se realiza con mensajes *Release Complete* de Q.931 y **DRQ** (*Delete Request*) y **DCF** (*Delete Confirm*) de **RAS**.

Sobre el paquete Q.931 (H.225) se disponen de distintos tipos de mensajes:

- Mensajes para establecimiento de llamada: *Alerting, Call Proceeding, Connect, Setup, Progress*, etc.
- Mensajes para la fase de información de llamada: *Resume, Suspend, User Information*, etc.
- Mensajes para el cierre de la llamada: *Disconnect, Release, Restart*, etc.
- Mensajes misceláneos: *Segment, Congestion Control, Information, Notify, Status, Status Enquiry*, etc.

Los mensajes manejados en el ámbito de H.245 (durante la fase de comunicación telefónica) son *MultimediaSystemControl* para efectuar el control del sistema; las variantes del mensaje son *request*, *response*, *command* e *indication*.

3.4 PROTOCOLO DE TRANSPORTE RTP

El protocolo **RTP** es utilizado para el transporte de la señal vocal (tal como se indica en la Figura 3.4).

3.4.1 Protocolo RTP

Tanto el protocolo de transporte en tiempo-real **RTP** como el protocolo de control **RTCP** se encuentran disponibles en el **RFC-1889** del año 1996. El protocolo **RTP** tiene como objetivo asegurar una calidad de servicio **QoS** para servicios del tipo tiempo-real. Incluye: la identificación del *payload*, la numeración secuencial, la medición de tiempo y el reporte de la calidad (función del protocolo **RTCP**).

Entre sus funciones se encuentran: la memorización de datos, la simulación de distribución interactiva, el control y mediciones de aplicaciones.

El **RTP** trabaja en capa 4 y sobre **UDP**, de forma que posee un *checksum* para detección de error y la posibilidad de multiplexación de puertos (*port UDP*). Las sesiones de protocolo **RTP** pueden ser multiplexadas. Para ello se recurre a un doble direccionamiento mediante las direcciones **IP** y el número de puertos en **UDP**. Sobre **RTP** se disponen de protocolos de aplicación del tipo H.320/323 para vídeo y voz (H.32x forma una familia del **ITU-T** de normas para videoconferencia).

El **RTP** funciona en conjunto con **RSVP** (capa 3) para la reservación de ancho de banda y asegurar de esta forma la **QoS** del tipo Garantizada. La **QoS** del tipo Diferenciada se logra mediante la priorización de tráfico que puede adoptar dos alternativas. En **IP** se pueden asignar diversas alternativas de prioridad para formar una cola de espera en los *routers*. Un

algoritmo particular de gestión de prioridad de tráfico es el **WFQ** (*Weighted Fair Queuing*) que utiliza un modelo de multiplexación **TDM** para distribuir el ancho de banda entre clientes. Cada cliente ocupa un intervalo de tiempo en un *Round-Robin*.

La funcionalidad **ToS** (*Type of Service*) en **IP** puede determinar un ancho de banda específico para el cliente. Un servicio sensible al retardo requiere un ancho de banda superior. En **IP** además del **ToS** se puede utilizar la dirección de origen y destino **IP**, tipo de protocolo y número de *socket* para asignar una ponderación. En redes que disponen de un *switch* de capa 2 se requiere extender la gestión de la calidad de servicio a dicha capa. Para ello la **IEEE** ha determinado el **ToS** sobre **IEEE-802**.

El **RTP** además provee transporte para direcciones *unicast* y *multicast*. Por esta razón, también se encuentra involucrado el protocolo **IGMP** para administrar el servicio *multicast*. El paquete de **RTP** incluyen un encabezado fijo y el *payload* de datos; **RTCP** utiliza el encabezado del **RTP** y ocupa el campo de carga útil.

Un protocolo conocido como **RTP-HC** (*Real-Time Protocol - Header Compression*) permite la compresión del encabezado para mejorar la eficiencia del enlace en paquetes de corta longitud en la carga útil. Se trata de reducir los 40 Bytes de encabezado en **RTP/UDP/IP** a una fracción de 2 a 5 Bytes, eliminando aquellos que se repiten en todos los paquetes. Como los servicios de tiempo-real generalmente trabajan con paquetes pequeños y generados en forma periódica se procede a formar un encabezado de longitud reducida que mejore la eficiencia de la red.

3.4.2 Protocolo RTCP

Este protocolo permite completar a **RTP** facilitando la comunicación entre extremos para intercambiar datos y monitorear de esta forma la calidad de servicio y obtener información acerca de los participantes en la sesión. **RTCP** se fundamenta en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en la sesión usando el mismo mecanismo de

RTP de distribución de paquetes de datos. El protocolo **UDP** dispone de distintas puertas (**UDP Port**) como mecanismo de identificación de protocolos.

La función primordial de **RTCP** es la de proveer una realimentación de la calidad de servicio. Se relaciona con el control de congestión y flujo de datos. El **RTCP** involucra varios tipos de mensajes, por ejemplo:

- **Send report** para emisión y recepción de estadísticas (en tiempo aleatorio) desde emisores activos
- **Receiver Report** para recepción de estadísticas desde emisores no activos
- **Source Description** para un identificador de nivel de transporte denominado **CNAME** (*Canonical Name*)
- **Bye** para indicar el final de la participación en la conexión
- **Application** para aplicaciones específicas

El mensaje **Send Report**, es uno de los más interesantes y dispone de 3 secciones bien diferenciadas:

- Los primeros 8 Bytes se refieren a un encabezado común
- La segunda parte de 20 Bytes permite la evaluación de diferentes parámetros (retardo, *jitter*, eficiencia de datos, etc.)
- La tercera parte de 24 Bytes lleva reportes que han sido obtenidos desde el último reporte informado. Incluye los siguientes reportes: cantidad total de paquetes RTP perdidos y la proporción de los mismos; la cantidad de paquetes recibidos y el *jitter* entre paquetes; el horario del último paquete recibido y el retardo de transmisión del mismo

3.5 VARIANTES EN H.323

A continuación se tratará acerca de las variantes del protocolo H.323:

3.5.1 Variante con *Softswitch*

Una evolución más detallada de las figuras anteriores, donde se muestra solo el **GK**, es el *Softswitch* de la Figura 3.5. El módulo denominado **RAS** es reemplazado aquí por el **GK** Cisco-7400. El motivo es la confiabilidad que puede dar al conjunto el **GK** que está trabajando desde el 2002 sin inconvenientes. Las funcionalidades son las mismas y no modifica la topología. El Proxy denominado **GKMPU**, se cambia por el **GKTMP**. Los módulos CSMU se denominan Q.931 y el módulo **BMU** es el módulo de Facturación o *Billing* (cambian solo los nombres).

Para levantar el problema de la escalabilidad se sugiere utilizar un **API** (pieza de *software*) del **IOS** de Cisco que se denomina **GKTMP** (*Gatekeeper Transaction Message Protocol*). Este software disponible en el **GK** Cisco-7400 se comunica con un servidor externo que contiene el mismo protocolo. Se le agrega una Base de Datos externa y mediante una interfaz web se puede efectuar la configuración. Al conjunto del servidor GKTMP, con la base de datos y la interfaz web para el aprovisionamiento se lo indica como VSM (*VoIP Service Manager*) en la Figura 3.5.

Además de resolver el problema de escalabilidad el VSM de los **GK** 7400, puede proveer algunos servicios básicos manipulando mensajes, como ser: bloqueos, listados blanco y negro, prescripciones a *carriers*, ruteo basado en **ANI** y **DNIS**, manipulación de dígitos, balanceo de carga entre GW, anuncios, servicios de emergencia y redes privadas virtuales.

Desde el punto de vista del proceso de comunicación se requiere la modalidad ruteada, como ser la facturación y los desvíos por abonado B ocupado o por B no contesta. Una estructura de este tipo es similar al **NAM** de Cisco. Este problema fue resuelto definitivamente gracias a la Plataforma de Servicios **QOS**.

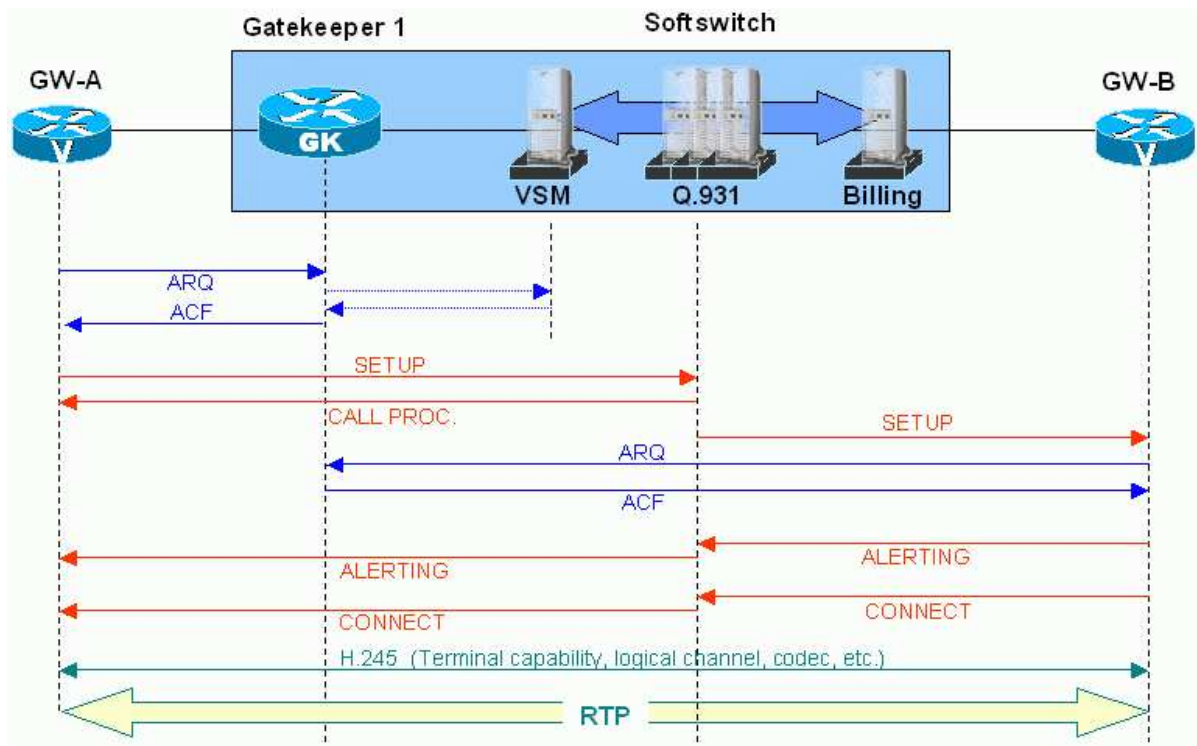


Figura 3.5 Comunicación H.323 con *Softswitch* (modo ruteado) para funciones de Facturación (*Billing*)

3.5.2 *Softphone* en Internet

El *softphone* es un **GW** de voz H.323 en software que corre sobre una **PC** conectada a Internet. El funcionamiento se muestra en la Figura 3.6, donde se indica el procedimiento para iniciar una llamada y la forma en que se contabiliza el tiempo de esa llamada.

Mediante el intercambio de mensajes se procede al pedido de admisión del terminal al **GK** mediante **ARQ** y **ACF**. Luego, se pasa al intercambio de mensajes con el **GW-E1** de interconexión hacia la **PSTN**. Se trata del *Setup* y **ARQ** de éste **GW-E1**. A continuación, el **GW-E1** dialoga con el *Radius* para solicitar el permiso correspondiente para procesar la llamada saliente de la red. *Radius* consulta con la Base de Datos para conocer el crédito del cliente y responde al **GW-E1** para que este contabilice el tiempo y corte la llamada cuando

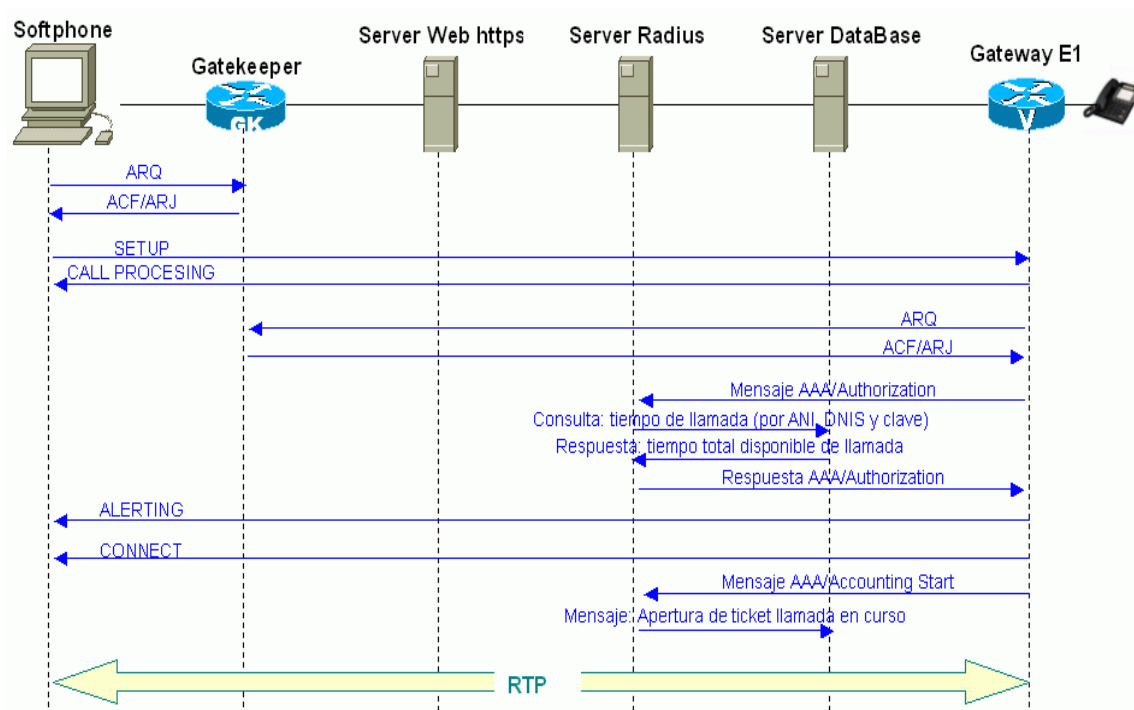


Figura 3.6 Proceso de comunicación con un *softphone* H.323 en Internet

se termine el crédito. Cuando el *Softphone* se utiliza en un ambiente prepago se calcula el tiempo que el cliente tiene disponible para la comunicación. Esta operación se realiza sobre la base de la información disponible en el servidor de la Base de Datos. La operación es similar a la utilizada en la Plataforma de Servicios Prepagos como en las *Calling Card*.

El **GW-E1** informa que el usuario llamado se encuentra en estado de alerta (tono de llamada para el *softphone*). Luego, cuando el usuario responde, envía el mensaje *Connect* al *softphone* y realiza la apertura del *ticket* de llamada iniciada en el *Radius* y la Base de Datos. La llamada continúa mediante paquetes en protocolo **RTP**, transparente a la Plataforma de *Softphone* y el **GK**.

Cuando la llamada termina, el **GW-E1** pide el cierre del *ticket* de llamada en curso y abre el de llamada completada. Se genera entonces un **CDR** correspondiente a la llamada con el tiempo total de la misma.

3.5.3 Gateway IP-IP

El **GW IP-IP** trabaja en dos dominios **IP**, donde cada uno tiene su propio **GK** y se lo utiliza para unir un dominio privado a uno público o dos privados. La Figura 3.7 muestra una secuencia típica de mensajes de señalización para una llamada a través del **GW IP-IP** registrado en dos **GK**. Se trata de una secuencia fácilmente interpretable como resumen de las figuras anteriores.

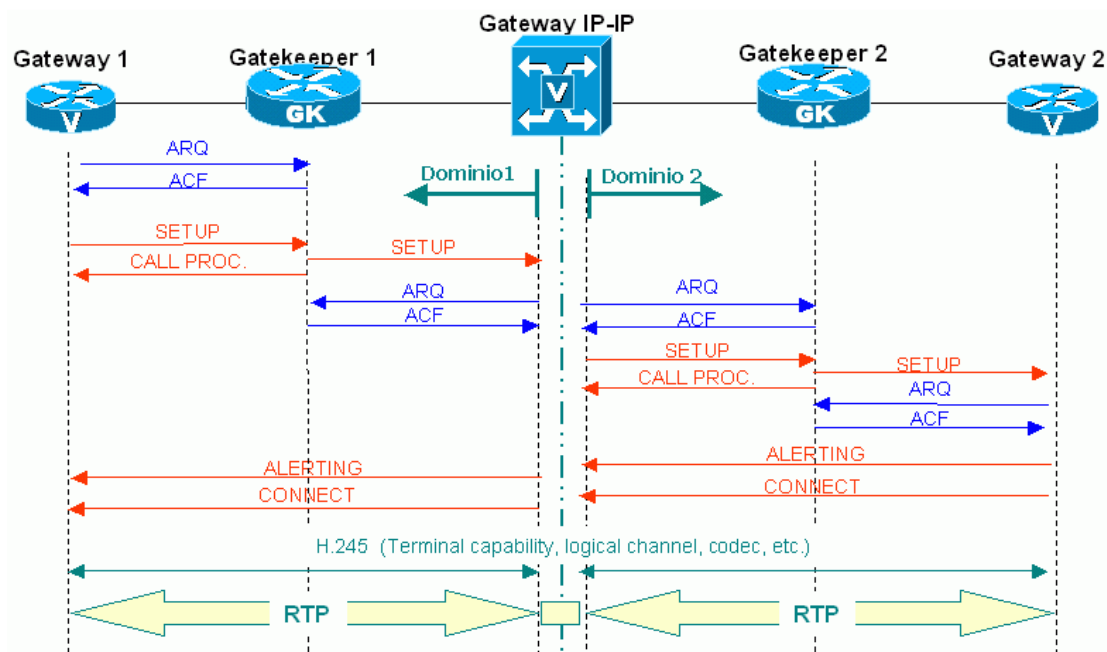


Figura 3.7 Proceso de comunicación entre dominios con el GW IP-IP

3.6 PROTOCOLOS MGCP Y SIP

A continuación se explicarán las características de los protocolos **MGCP** y **SIP**:

3.6.1 Protocolo MGCP

Otros protocolos competidores con H.323 son **MGCP** (*Media Gateway Control Protocol*) y **SIP** (*Session Initiation Protocol*). El **MGCP** es un protocolo que soporta un control escalable de señalización de llamada. El control de calidad de servicio **QoS** se integra en el

GW o en el controlador de llamadas **MGC**. Este protocolo tiene su origen en el **SGCP** (de Cisco y Bellcore) e **IPDC**. Bellcore y Level3 plantearon el **MGCP** a varios organismos.

El protocolo **SIP** se aplica para sesiones punto-a-punto *unicast*. Puede ser usado para enviar una invitación a participar en una conferencia *multicast*. Utiliza el modelo cliente-servidor y se adapta para las aplicaciones de Telefonía-**IP**. El servidor puede actuar en modo *proxy* o *redirect* (se direcciona el requerimiento de llamada a un servidor apropiado).

El **MGCP** es un protocolo que permite comunicar al controlador de GW **MGC** (también conocido como *Call Agent*) con las **GW** de telefonía (hacia la PABX o **PSTN**). Se trata de un protocolo de tipo maestro-esclavo donde el **MGC** informa las acciones a seguir al **GW**. Los mensajes **MGCP** viajan sobre **UDP/IP**, por la misma red de transporte **IP** con seguridad *IPsec*.

El formato de trabajo genera una inteligencia externa a la red (concentrada en el **MGC**) y donde la red de conmutación está formada por los *routers* de la red **IP**. El **GW** solo realiza funciones de conversión vocal (analógica o de velocidad digital) y genera un camino **RTP** entre extremos. La sesión de **MGCP** puede ser punto-a-punto o multipunto. El protocolo **MGCP** entrega al **GW** la dirección **IP**, el puerto de **UDP** y los perfiles de **RPT**.

En la Figura 3.8 se muestra el intercambio de mensajes en el establecimiento de una comunicación con protocolo **MGCP**. Los mensajes o comandos disponibles en **MGCP** son los siguientes:

Comando *NotificationsRequest*. Este primer mensaje se genera ante el requerimiento de conexión de un teléfono. El **GW-A** indica al **MGC** el requerimiento del usuario A. Como respuesta se recibe un *Ack-NotificationRequest*. El mismo comando transfiere los dígitos discados cuando el usuario termina la marcación correspondiente.

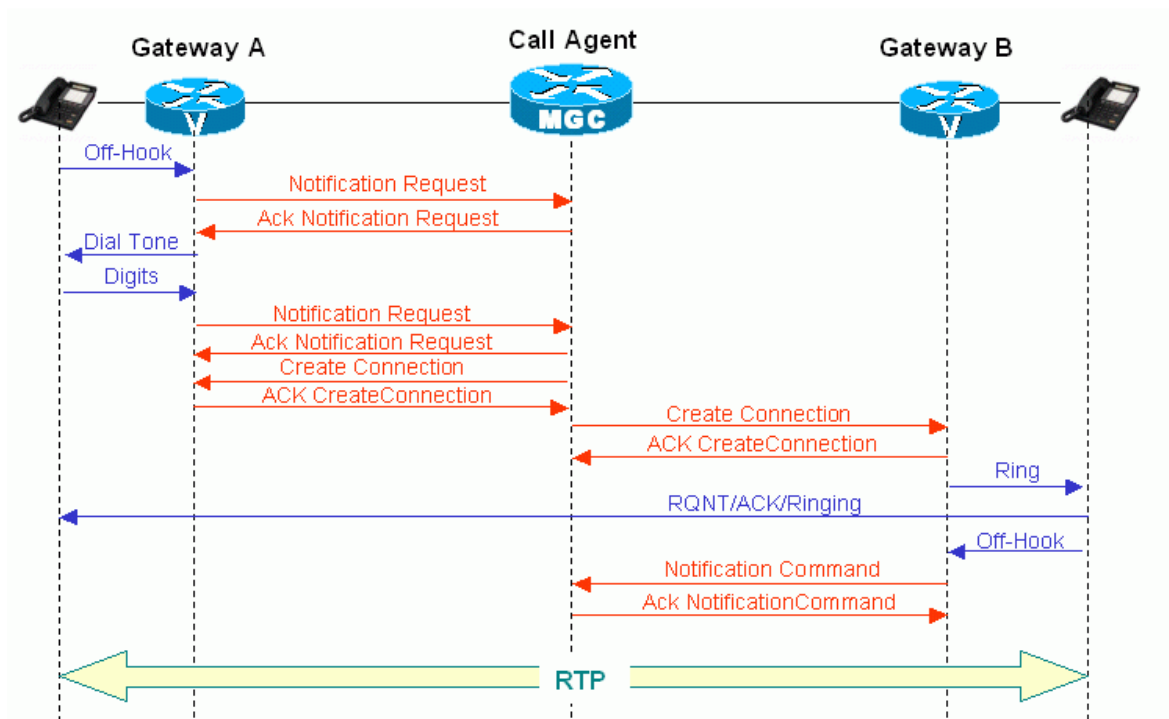


Figura 3.8 Proceso de comunicación con protocolo MGCP

Comando *CreateConnection*. Es utilizado para crear una conexión que se inicia en el **GW**. Se envía a ambos **GW** y se recibe el comando de confirmación *Ack-CreateConnection*. El comando *ModifyConnection*, puede ser usado para cambiar los parámetros de la conexión existente. El comando *DeleteConnection* es usado en cambio para cancelar la conexión existente al final de la llamada. Otro comando, *AuditConnection*, es usado para requerir el estado de la conexión.

Con ambos extremos conectados, se entrega la señal de llamada al extremo del **GW-B** y finalmente se establece la conexión entre extremos.

Comando *DeleteConnection*. Es utilizado para el cierre de la llamada. Como respuesta el **GW** envía una serie de informaciones obtenidas desde el protocolo **RTP**, como el número de paquetes y de Bytes emitidos; número de paquetes y Bytes recibidos; número de paquetes perdidos; *jitter* promedio en mseg., retardo de la transmisión, etc.

Comando *AuditEndpoint*. Es usado para requerir el estado del extremo al **GW**. Los comandos *AuditEndpoint* y *AuditConnection* permiten obtener información que posteriormente forma parte de la **MIB** y pueden ser consultadas mediante el protocolo **SNMP** por el sistema de Administración o *Management*. Por ejemplo, se obtienen los siguientes mensajes de respuesta: *RequestedEvents*, *DigitMap*, *SignalRequests*, *RequestIdentifier*, *NotifiedEntity*, *ConnectionIdentifiers*, *DetectEvents*, *ObservedEvents*, *EventStates*, *Restart-Reason*, *RestartDelay*, *ReasonCode*, y *Capabilities*.

Existen otros comandos de interés. Por ejemplo, *RestartInProgress* es usado por el **GW** para notificar que un grupo de conexiones se encuentran en falla o reinicio. El *EndpointConfiguration* es usado para indicar al **GW** las características de codificación esperadas en el extremo final.

3.6.2 Protocolo SIP.

El **IETF** ha generado un set de protocolos que simplifican las funciones de H.323, el cual tiene previstas funciones dentro de una red corporativa y en multimedia. **SIP** es un protocolo más simple que H.323 y está basado en **HTTP**. En H.323 se utiliza el **GK**, mientras que en **SIP** se usa el **SIP-Server**, el cual tiene mejores aspectos de escalabilidad para grandes redes. En H.323 para grandes redes se recurre a definir zonas de influencia y colocar varios **GK**. Para la interoperatividad de protocolos se requiere un **GW** de borde que realice la conversión.

SIP es un protocolo basado en texto (de acuerdo con **RFC-2279** para la codificación del set de caracteres) y el mensaje basado en http (**RFC-2068** para la semántica y sintaxis). La dirección usada en **SIP** se basa en un localizador **URL** (*Uniform Resource Locater*) con un formato del tipo sip:roberto@192.190.132.31 (o mediante el dominio Domain: teleinfo.com.ar). De esta forma **SIP** integra su servicio a la Internet. En este modelo se requiere el auxilio de un servidor de resolución de dominio **DNS** (*Domain Name Server*). La Figura 3.9 presenta un intercambio de mensajes para establecer una comunicación con protocolo **SIP**.

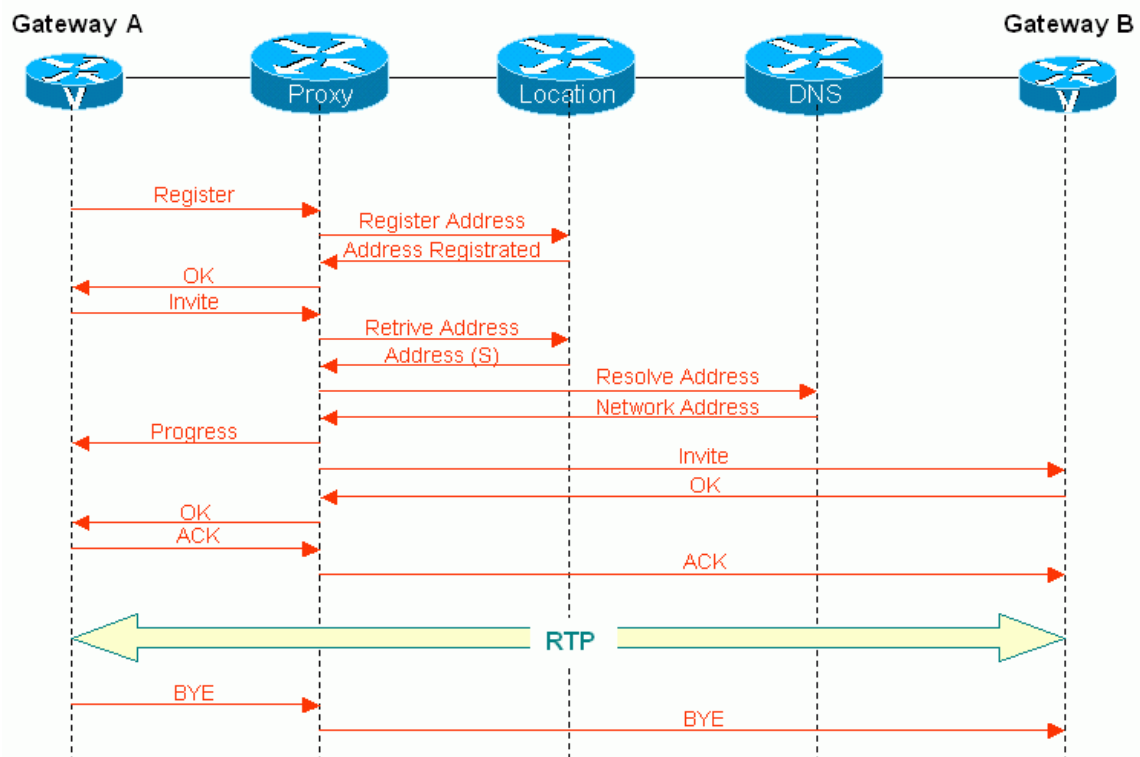


Figura 3.9 Intercambio de mensajes para establecer una comunicación con protocolo SIP

El protocolo **SIP** incorpora también funciones de seguridad y autenticación, así como la descripción del medio mediante el protocolo **SDP**. Para el proceso de facturación se puede recurrir a un servidor *RADIUS*.

Las fases de comunicación soportadas en una conexión *unicast* mediante el protocolo **SIP**, son las siguientes:

- **User location.** En esta fase se determina el sistema terminal para la comunicación
- **User capabilities.** Permite determinar los parámetros del medio a ser usados
- **User availability:** Para determinar la disponibilidad del llamado para la comunicación
- **Call setup ("ringing"):** Para el establecimiento de la llamada entre ambos extremos
- **Call handling:** Incluye la transferencia y terminación de la llamada

El protocolo **SIP** tiene dos tipos de mensajes: *Request* y *Response*. El mensaje de *Request* es emitido desde el cliente terminal al servidor terminal. El encabezado del mensaje *request* y *response* contiene campos similares:

- **Start Line.** Usada para indicar el tipo de paquete, la dirección y la versión de **SIP**
- **General Header.** Contiene el Call-ID (se genera en cada llamada para identificar la misma); **Cseq** (se inicia en un número aleatorio e identifica en forma secuencial a cada *request*); **From** (es la dirección del origen de la llamada); **To** (es la dirección del destino de la llamada); **Via** (sirve para recordar la ruta del *request*; por ello cada *proxy* en la ruta añade una línea de vía) y **Encryption** (identifica un mensaje que ha sido encriptado para seguridad)
- **Additional.** Además del encabezado general se pueden transportar campos adicionales. Por ejemplo: **Expire** indica el tiempo de validez de registración; **Priority** indica la prioridad del mensaje; etc.

Se han definido 6 métodos para los mensajes de *request-response*.

- **Invite:** para invitar al usuario a realizar una conexión. Localiza e identifica al usuario
- **Bye:** para la terminación de una llamada entre usuarios
- **Options:** información de capacidades que pueden ser configuradas entre agentes o mediante un servidor **SIP**
- **ACK:** usado para reconocer que el mensaje *Invite* puede ser aceptado
- **Cancel:** termina una búsqueda de un usuario
- **Register:** emitido en un mensaje *multicast* para localizar al servidor **SIP**

En el capítulo 4 se tratará acerca de la evolución de **VoIP**, los nuevos protocolos de señalización y su clasificación con una descripción detallada de sus características principales.

CAPITULO 4 EVOLUCION DE VoIP

Para iniciar el estudio de la evolución de la tecnología **VoIP** se presentarán a continuación los nuevos protocolos de señalización:

4.1 NUEVOS PROTOCOLOS DE SEÑALIZACION

Por señalización se entiende el conjunto de informaciones intercambiadas entre dos puntos de la red telefónica que permiten efectuar operaciones de:

- **Supervisión** (detección de condición o cambio de estado)
- **Direccionamiento** (establecimiento de llamada)
- **Explotación** (gestión y mantenimiento de la red)

4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS

El **ITU-T** se ocupó de recomendar los sistemas de señalización a fin de ser usados en las comunicaciones internacionales. El primer sistema fue el **SS1**, que se inició en 1934, el cual es monofrecuente con un valor de 500 o 1000 Hz, interrumpida con una cadencia de 20 Hz para la selección de llamada. Se lo utilizó para algunos servicios manuales bidireccionales. Desde el **SS1** hasta el **SS5** son sistemas de señalización analógicos. El **SS6** fue diseñado para USA y el **SS7** por el **ITU-T** para interconexión en forma global.

Cuando se inició la señalización multifrecuencial, se distinguió entre los procedimientos de código de impulsos como el **SS5** y los de señales obligadas como el **MFC-R2**. En el primer caso la señal tiene un período de duración fijo y determinado, mientras que en el segundo a cada paso de mensaje se espera la respuesta de confirmación por el canal de retorno para cortar la señal de ida, esto implica que la señalización por secuencia obligada requiere de mayor tiempo y una duración no determinada.

La señalización por corriente continua se realiza mediante los Hilos **E&M** (Exchange & Múltiplex). Se denomina hilo **M** al de transmisión (salida de central) y **E** al de recepción (entrada a central). Las señales se representan aplicando y desconectando potenciales o mediante la apertura y cierre de un bucle. La tensión es la que alimenta la central (-48 V). Se dispone de los estados **P1** (-48 V sobre hilo a) y **P2** (-48 V sobre hilo b).

La señalización puede ser del tipo de señales de impulsos o por niveles indicativos de estados; mientras el primero permite un plan complejo de señalización, el segundo garantiza una supervisión sencilla de la línea. Prácticamente, este método solo se usa en líneas bifilares y se pueden distinguir dos tipos: el procedimiento de señalización en bucle (mientras un extremo maneja los potenciales el otro lo hace con el bucle cerrado o abierto) y la señalización por un solo hilo (potencial positivo o negativo en cada sentido).

La señalización multifrecuencial se trata de una codificación que transmite un juego de 2 entre 6 frecuencias dentro de la banda del canal telefónico en ambos sentidos: hacia adelante (1380, 1500, 1620, 1740, 1860, 1980 Hz) y hacia atrás (1140, 1020, 900, 780, 660, 540 Hz). Su denominación es **DTMF** (*Dual Tone MultiFrequency*).

En el sistema de multiplexación de 30 canales a 2048 kb/s (tramas **E1**) se recurre a un concepto mediante el **MFC-R2** digital del año 1968. El Intervalo de Tiempo **TS:16** de la trama se usa exclusivamente para información de señalización de los 30 canales vocales.

Ambos sistemas de señalización digital (**MFC-R1** y **R2**) se usan en la actualidad, el primero en USA y el segundo en Europa y Latinoamérica. Cuando los sistemas de conmutación son manejados por procesadores se requiere un concepto distinto al mencionado. Hasta ahora se puede decir que se tiene una correspondencia entre el canal vocal y el de señalización; a este método se lo llama Señalización por Canal Asociado (**CAS**).

Cuando se trabaja con procesadores la señalización se transforma totalmente traduciéndose en un diálogo entre extremos. No se distingue una correspondencia entre el canal vocal y el

canal de señalización; es más, la vía de transmisión puede ser distinta. Así, el canal de señalización pasa a ser un canal de datos dentro de una red de señalización. La figura 4.1 muestra los protocolos involucrados en una red telefónica.

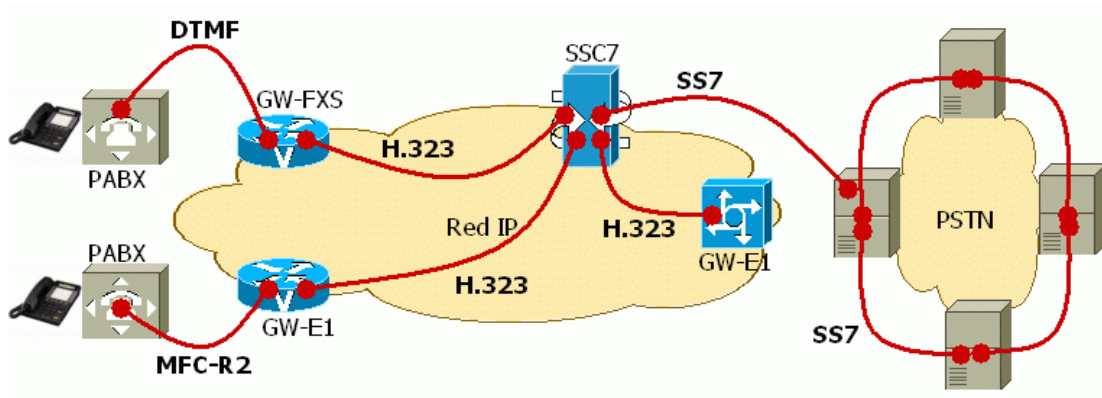


Figura 4.1 Protocolos involucrados en una red telefónica.

Este tipo de señalización se denomina Señalización por Canal Común **CCS** (la nomenclatura **SS7** corresponde al **ITU-T** y **CCS7** a **ANSI**). Las principales características que identifican a la señalización **CCS** frente a **CAS** son:

- Tiempo de conexión menor
- Número de mensajes prácticamente ilimitados
- Flexibilidad para nuevos servicios
- Encaminamiento alternativo
- Corrección de errores mediante retransmisión de tramas
- La capa 2 utiliza un protocolo de corrección de error **ARQ** tipo *go-back-N*
- La capa 3 está prevista para mensajes en tiempo real de la red telefónica y es del tipo orientado sin-conexión

4.3 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN SS7.

El **SS7** es el sistema de señalización utilizado en la red **PSTN** y corresponde a la interconexión de la red de Telefonía-IP en *iplan* con la **PSTN**. La Figura 4.2 muestra el

intercambio de mensajes en el protocolo de señalización **SS7**.

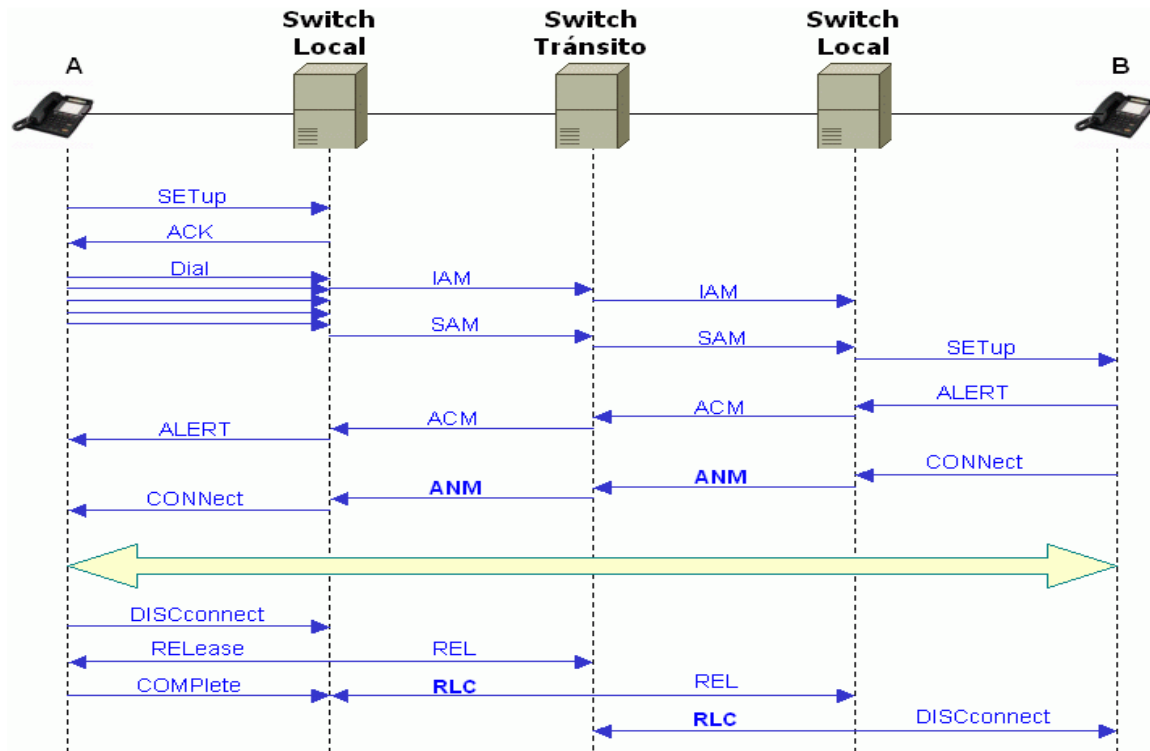


Figura 4.2. Intercambio de mensajes en el protocolo de señalización **SS7**.

Los principales protocolos de la suite **SS7**, son:

- **MTP-2.** Corresponde a la capa 2 del modelo **OSI** de 7 capas. Se ocupa del alineamiento de paquete mediante banderas (*Flags*) al inicio y final. Permite la detección de errores mediante un código denominado **CRC-16**. Realiza el proceso de numeración secuencial de mensajes e indicación de retransmisión. Efectúa la confirmación o rechazo del mensaje para la retransmisión automática en mensajes con errores. Los paquetes son numerados en forma secuencial con módulo-7 e indica también la longitud total del mensaje transmitido. Con la numeración de paquetes y la detección de errores, es posible la retransmisión de mensajes que se ven afectados por errores.

- **MTP-3.** Posee una dirección de punto de acceso que permite identificar a la capa superior (**TCAP** o **ISUP** sobre el protocolo **MTP3**). En la red **PSTN** se dispone de las direcciones del procesador **CPU** de origen y destino (14 bits de dirección). Por otro lado, identifica el enlace de señalización utilizado cuando existe más de uno. Realiza las funciones de *Routing* dentro de la red de señalización **SS7**.
- **ISUP.** Son los mensajes de señalización propiamente dichos. En la figura 4.2 se muestra el intercambio de mensajes para la apertura y cierre de una llamada telefónica. Desde el usuario a la central se utiliza señalización **MFC-R2** o **DTMF**. Los mensajes típicos de **ISUP** entre centrales son:
 - **IAM** (*Initial Address Message*). Contiene la información inicial de llamada para el encaminamiento. Son los primeros dígitos seleccionados por el usuario
 - **SAM** (*Subsequent Address Message*). Transporta las cifras no enviadas en el mensaje **IAM**. Se completa el número del usuario B llamado
 - **ACM** (*Address Complete Message*). Indica que se ha obtenido el acceso al destino y se entrega al usuario “A” el tono de llamada
 - **ANM** (*Answer Message*). Indica que el usuario llamado ha respondido y se cierra el circuito vocal
 - **BLO** (*Blocking Message*). Permite el bloqueo del canal útil
 - **UBL** (*Unblocking Message*). Desbloquea el canal útil
 - **REL** (*Release Message*). Permite iniciar la liberación del canal y la comunicación se cierra
 - **RLC** (*Release Complete Message*). Informa que la liberación ha sido completada
- **TCAP.** Facilita la transferencia de mensajes en tiempo real entre **HLR** (*Home Location Register*), **VLR** (*Visitor LR*), **MSC** (*Mobile Switching Center*), **EIR** (*Equipment ID Register*). Se aplica también para enlaces con **O&M**. En tarjetas de crédito permite verificar la autenticidad y movimientos de cuenta. Realiza el control de diálogo con el terminal remoto. Es un servicio de transporte.

La información contiene los siguientes componentes:

- Tipo de mensaje (unidireccional, inicio, final, intermedio, aborto)
- Longitud del mensaje (número de bytes total)
- Identificador de origen y destino de transacción
- Tipo de componente (retorno de resultado, reporte de error y de *reject*)
- Contenido de información (código de operación, de error, de problemas, parámetros, etc.)

La disponibilidad de **VoIP** supone también la disponibilidad de conexión **IP**, lo cual abre la puerta a que cualquier servicio **IP** (web, email, im, servicios web) pueda ser proporcionado por cualquier dispositivo que incorpore tecnología **WiFi**, **WiMAX**, o la que se emplee para hacer la conexión.

Con este panorama, los negocios que aprovecharán esta infraestructura serán los que están basados en servicios, que son los que aportan valor al usuario. Las conexiones proporcionarán la cobertura y el ancho de banda necesarios y su costo debe ser una tarifa plana. Al fin y al cabo, la tendencia es considerar el acceso a la información como un servicio básico más, como ya lo son el agua o la electricidad.

La **VoIP** puede que no suponga una revolución (sólo una evolución) en las llamadas telefónicas, pero sí puede ser el detonante para un importante cambio en la sociedad de la información.

4.4 EL ESTANDAR VOIP - VOZ SOBRE IP

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implantación.

Después de haber constatado que desde un PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, es posible pensar que la telefonía IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que se obtiene a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en una empresa se dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también se puede pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que se obtendrían al utilizar esta red para transmitir tanto la voz como los datos son evidentes:

- Ahorro de costos de comunicaciones pues las llamadas entre las distintas delegaciones de la empresa saldrían gratis
- Integración de servicios y unificación de estructura

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y *frame-relay*) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

La Figura 4.3 presenta un ejemplo de una red con conexión de centralitas a *routers* CISCO que disponen de soporte VoIP.

Es innegable la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos y por lo tanto la aparición de un estándar para la VoIP no podía hacerse esperar. La aparición de VoIP junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal), los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el despegue de estas tecnologías. Para este auge existen otros factores, tales como la aparición de nuevas aplicaciones o la apuesta definitiva por VoIP de fabricantes como Cisco Systems o Nortel-Bay Networks.

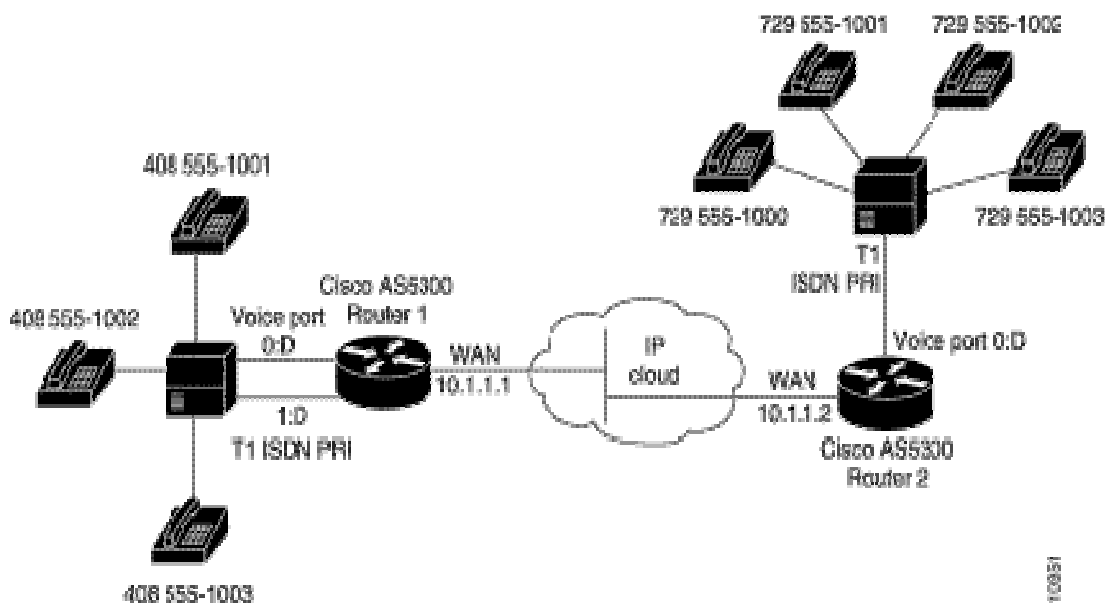


Figura 4.3 Ejemplo de red con conexión de centralitas a routers CISCO que disponen de soporte VoIP.

Por otro lado los operadores de telefonía están ofreciendo o piensan ofrecer en un futuro cercano, servicios IP de calidad a las empresas. Por lo dicho hasta ahora, se ve que se pueden encontrar tres tipos de redes IP:

Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.

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

Intranet. Es la red IP implementada por la propia empresa que suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo *Frame-Relay/ATM*, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este

caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

A finales de 1997 el VoIP fórum del IMTC ha llegado a un acuerdo que permite la interoperabilidad de los distintos elementos que pueden integrarse en una red VoIP. Debido a la existencia del estándar H.323 del ITU-T, que cubría la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que el H.323 fuera la base del de VoIP.

De este modo, el estándar VoIP debe considerarse como una clarificación del H.323, de tal forma que en caso de conflicto, y a fin de evitar divergencias entre los estándares, se decidió que H.323 tendría prioridad sobre el VoIP. El VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y a la transmisión de señalización por tonos multifrecuenciales (DTMF). El VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

Direccionamiento. Incluye los siguientes protocolos:

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

Señalización. Comprende los siguientes protocolos:

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión y paquetización/sincronización del *stream* (flujo) de voz

- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para *streams* de voz

Compresión de Voz. Incluye los siguientes protocolos:

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

Transmisión de Voz. Comprende los siguientes protocolos:

- **UDP.** La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque este sistema no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP
- **RTP** (*Real Time Protocol*). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción

En la Tabla 4.1 se presenta la pila de protocolos en VoIP.

Tabla 4.1. Pila de protocolos en VoIP

Establecimiento de llamada y Control						
Presentación						
Direccionamiento		Compresión de audio G.711 ó G.723		DTMF	Direccionamiento	
RAS(H.225)	DNS	RTP/RTCP		H.245	Q.931 (H.225)	DNS
Transporte UDP				Transporte TCP		
Red (IP)						
Enlace						
Físico						

Control de la Transmisión. Incluye el siguiente protocolo:

- RTCP (*Real Time Control Protocol*). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras

Hasta ahora sólo se ha tratado acerca de la posibilidad de utilizar la red IP para conectar las centralitas a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrirse. Una idea que parece inmediata es que el papel tradicional de la centralita telefónica quedaría distribuido entre los distintos elementos de la red de VoIP. En este escenario, tecnologías como CTI (*computer-telephony integration*) tendrán una implantación mucho más simple. Será el paso del tiempo y la imaginación de las personas involucradas en estos entornos, los que irán definiendo aplicaciones y servicios basados en VoIP.

Actualmente se puede partir de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, permitirán construir las aplicaciones VoIP. Estos elementos son:

- Teléfonos IP
- Adaptadores para PC
- *Hubs* Telefónicos
- GW (pasarelas RTC / IP)
- GK
- Unidades de audioconferencia múltiple (MCU Voz)
- Servicios de Directorio

Las funciones de los distintos elementos de una red VoIP son fácilmente entendibles a la vista de la figura 4.4, pero merece la pena recalcar algunas ideas:

El GK es un elemento opcional en la red, pero cuando está presente, todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso de aquél. Su función es la de gestión y control de los recursos de la red, de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma.

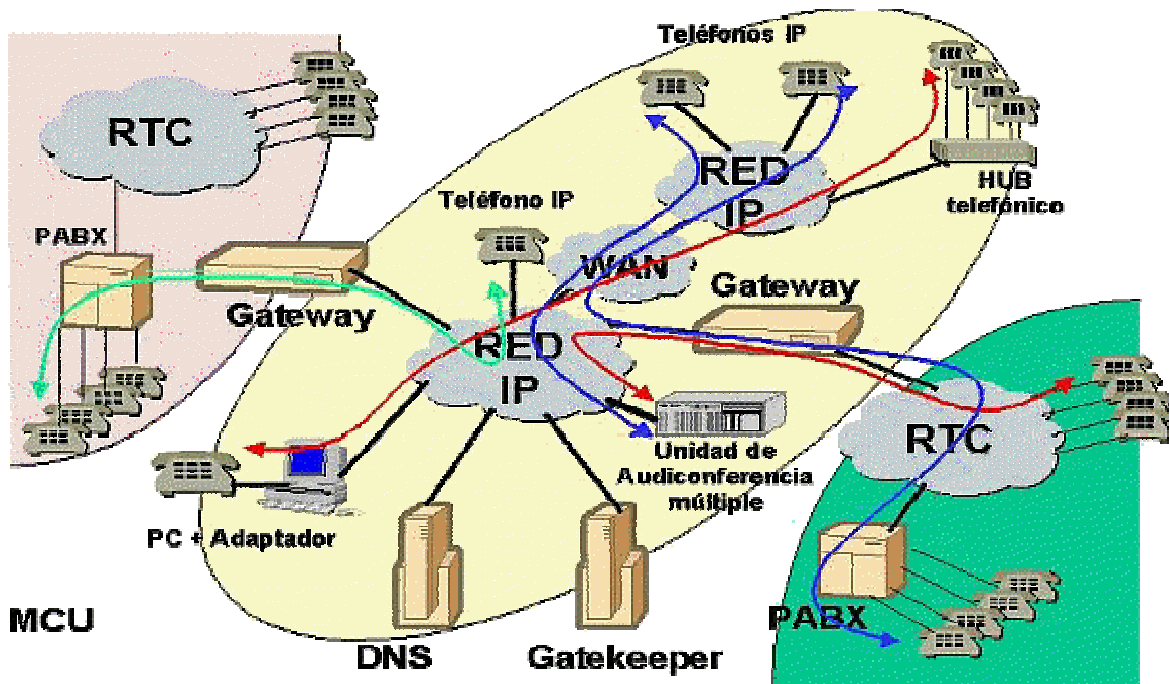


Fig. 4.4 Elementos de una red VoIP

El GW es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI. Podemos considerar al GW como una caja que por un lado tiene un interface LAN y por el otro dispone de uno o varios de las siguientes interfaces:

- **FXO.** Para conexión a extensiones de centralitas o a la red telefónica básica
- **FXS.** Para conexión a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos
- **E&M.** Para conexión específica a centralitas
- **BRI.** Acceso básico RDSI (2B+D)
- **PRI.** Acceso primario RDSI (30B+D)
- **G703/G.704.** (E&M digital) Conexión específica a centralitas a 2 Mbps

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separadas, o se pueden encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es

bastante habitual encontrar juntos GK y GW. También se puede ver en la figura 4.4 cómo Cisco ha implementado las funciones de GW en el *router*.

Un aspecto importante a reseñar es el de los retardos en la transmisión de la voz. Hay que tener en cuenta que la voz no es muy tolerante con estos. De hecho, si el retardo introducido por la red es de más de 300 milisegundos, resulta casi imposible tener una conversación fluida. Debido a que las redes de área local no están preparadas en principio para este tipo de tráfico, el problema puede parecer grave. Hay que tener en cuenta que los paquetes IP son de longitud variable y el tráfico de datos suele ser a ráfagas. Para intentar obviar situaciones en las que la voz se pierde porque tenemos una ráfaga de datos en la red, se ha ideado el protocolo RSVP, cuya principal función es trocear los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando hay una congestión en un *router*. Si bien este protocolo ayudará considerablemente al tráfico multimedia por la red, hay que tener en cuenta que RSVP no garantiza una calidad de servicio como ocurre en redes avanzadas tales como ATM que proporcionan QoS de forma estándar.

4.5 DISPOSICIONES - VOZ SOBRE IP

El Fórum de Voz sobre IP (VoIP) busca establecer la interoperabilidad de lineamientos para los servicios de transmisión de telefonía sobre Internet y Redes de Datos IP. La interoperabilidad consiste en definir los criterios de un modelo abierto que permita a los fabricantes poder establecer comunicación de servicios de voz sobre IP en Internet sin importar la marca del equipo, ya que existen fabricantes tecnológicos que emplean técnicas propietarias de codificación de voz, supresión de silencios, manejo de llamadas, direccionamiento y planes de marcación, etc.

Los fabricantes de equipos saben del tremendo crecimiento que la telefonía tendrá en Internet y que los obligará a ofrecer una interoperabilidad completa de productos con estándares abiertos. Por lo que el Fórum de Voz sobre IP tiene como objetivo el crear los lineamientos, modelos de referencia y la implementación de la interoperabilidad de las llamadas, que incluyan: el *software* para telefonía en Internet y el GW para la

comunicación de la telefonía con redes públicas; para ello un grupo de fabricantes fundaron en mayo de 1996 la IMTC (*International Multimedia Teleconferencing Consortium*).

Actualmente el Fórum de voz sobre IP e IMTC trabajan conjuntamente con un mismo objetivo común: establecer los estándares abiertos que satisfagan los requerimientos en tiempo real y alta calidad de servicio (QoS) para la telefonía sobre Internet y Redes Privadas de IP.

El Fórum de Voz sobre IP e IMTC ha establecido el estándar H.323 basado sobre ITU (*International Telecommunications Union*), que define los protocolos para la transmisión de video, voz y datos sobre redes IP, cuyas características son:

- Alta calidad en la compresión de voz a 8 Kbps y 16 Kbps para audio compresión
- Cancelador de eco y supresión de silencio integrados
- *Voice Switching* para el ruteo de llamadas en la red
- Plan de marcación flexible

Hoy en día hay fabricantes de equipos de Voz sobre IP que ofrecen las siguientes alternativas de solución:

- Un sistema que consta de tres componentes: *Hardware* que conecta el teléfono a la PC, *Software* que convierte la voz en paquetes IP y un GW encargado de enviar los paquetes de voz sobre IP a través de las redes públicas
- Un sistema que conecta directamente al PBX a la red IP; esto se realiza por medio de un GW de voz sobre IP contenido en una tarjeta que puede ser colocada en un equipo o PC, estas tarjetas pueden soportar una o dos llamadas simultáneas FXS, FXO o E&M, o bien soportar 24 llamadas simultáneas sobre una tarjeta T1 ó 30 llamadas sobre una tarjeta E1

Para las soluciones de redes privadas en las que se requiere tener beneficios en el costo de la red para el transporte de tráfico de voz y datos sobre enlaces de 64 Kbps, la tecnología de

voz sobre IP es la alternativa viable de solución ya que ofrece compresión de voz a 16 ó 8 Kbps (16 Kbps representa muy buena calidad y 8 Kbps representa aceptable calidad), lo que permitirá explotar el ancho de banda para el transporte de voz y datos. Además, con la supresión de silencios, la voz sobre IP ofrece aprovechar más el ancho de banda al eliminar todos los paquetes vacíos originados durante una llamada telefónica.

A continuación se detallará en el capítulo 5 las características y propiedades del sistema Asterisk, abarcando distintos aspectos de su desarrollo, funcionalidades, procedimiento de instalación propiamente dicho y la configuración del mismo.

CAPITULO 5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO BASADO EN ASTERISK

Asterisk es un programa de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como en cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios.

Mark Spencer, de Digium, inicialmente creó Asterisk y actualmente es su principal desarrollador, junto con otros programadores que han contribuido a corregir errores y añadir novedades y funcionalidades. Originalmente fue desarrollado para el sistema operativo GNU/Linux. Asterisk actualmente también se distribuye en versiones para los sistemas operativos BSD, MacOSX, Solaris y Microsoft Windows, aunque la plataforma nativa (GNU/Linux) es la que cuenta con mejor soporte de todas.

Asterisk incluye muchas características que anteriormente sólo estaban disponibles en costosos sistemas propietarios PBX como buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas, y otras muchas más. Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un *dialplan* en el lenguaje de *script* de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación reconocido por Linux.

Para conectar teléfonos estándar analógicos son necesarias tarjetas electrónicas telefónicas FXS o FXO fabricadas por *Digium* u otros proveedores, ya que para conectar el servidor a una línea externa no basta con un simple módem.

Quizá lo más interesante de Asterisk es que reconoce muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP y puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como GW entre ambos.

Asterisk se empieza a adoptar en algunos entornos corporativos como una gran solución de bajo costo junto con SER (*Sip Express Router*).

Digium invierte tanto en desarrollar el código fuente de Asterisk como en el *hardware* de telefonía de costos bajos que trabaja con el mismo. Asterisk trabaja sobre Linux y otras plataformas Unix con o sin *hardware* que conecta su servidor a la red telefónica global tradicional, el < a href= “<http://www.voip-info.org/wiki/view/PSTN>”>PSTN.

Asterisk proporciona conectividad en tiempo real tanto en redes PSTN y VoIP. Con Asterisk como su plataforma de conmutación de telefonía PBX, el usuario no solo tendrá un reemplazo para su PBX de alta calidad, pues Asterisk es mucho más que un PBX estándar. Con Asterisk en su red, se podrá hacer telefonía de distintas maneras:

- Conectando a empleados que trabajen desde el hogar hasta el PBX de la oficina a través de conexiones de banda ancha
- Conectando oficinas en varios estados a través de VoIP, Internet o a una red privada IP
- Otorgando a todos los empleados correo de voz, integrado a la Web y a sus respectivos E-mail
- Construyendo aplicaciones de voz interactivas que se conecten a su sistema ordenador u otras aplicaciones internas
- Dando acceso al PBX de la oficina para viajes de negocio, conectándose a través de VPN desde el aeropuerto u hotel W-LAN nocturno y mucho más

Asterisk incluye además muchas propiedades que solo se encuentran en sistemas de mensajería unificados de primera línea, tales como:

- Ofrece el servicio de música en espera para clientes que se encuentran en línea antes de ser atendidos. Soporta formatos de mp3 y *stream*
- Llamada a la administración de turnos en donde conjuntamente los operadores se encargarán de contestar las llamadas entrantes y monitorear la cola
- Integración de sistema hablado (la fiesta del código abierto y el *software* de síntesis hablado *Cepstral Swift* pueden ser integrados)

- Generación de *Call Data Record* (CDR) (registro de los datos de las llamadas) para la integración con sistemas de facturación
- Integración del sistema de reconocimiento de voz (tales como el Sphinx , software libre de reconocimiento de voz)
- La capacidad para comunicarse con líneas telefónicas normales, tarifa básica ISDN y comunicaciones con tarifas básicas

Conexiones de telefonía- canal al PBX

Los canales de Asterisk son conductores de varios tipos de conexión, tanto a protocolos de VoIP como SIP, IAX, < a href="http://www.voip-info.org/wiki/view/MGCP">MGCP y H.323 y al hardware que se conecta al PSTN, con Zaptel, ISDN BRI .

Los teléfonos y software telefónicos se conectan a un canal. Algunos entran al sistema, o “se registran” para mostrar que son alcanzables *on line* (conectados). Además los canales se registran para conexiones de salida a otro servidor VoIP con SIP a la red Discado Libre Mundial.

Asterisk soporta muchos protocolos para voz sobre IP. Tanto el señalizar protocolos como H.323 y SIP y protocolos de medios de transporte están incluidos.

Cada canal soporta uno o más protocolos. Los media *streams*, la verdadera voz en la red, pueden ser codificados con muchos Algoritmos diferentes, desde *alaw* hasta *ulaw* (G.711) a GSM y ILBC.

Aplicaciones

Para conectar las llamadas ingresantes a conexiones de salida u otros usuarios locales, asterisk consiste de muchas aplicaciones, ordenándole usar para crear una PBX que funcione.

El plan de discado está almacenado en un archivo de texto, el archivo de configuración `extensions.conf`. En este archivo, las acciones son conectadas a las extensiones. Cada extensión corresponde a un contexto, pudiendo ser el contexto por omisión *default* o un contexto específico creado por usted, como llamadas ingresantes SIP, llamadas salientes de larga distancia PSTN, llamadas locales, llamadas inter-oficinas o algo distinto. Todos los usuarios que se conectan a Asterisk pertenecen a un contexto (especificado en el archivo de configuración del canal), en el cual Asterisk busca recomendaciones sobre cómo encargarse de las llamadas colocadas por ese usuario, revisando los derechos de acceso a líneas costosas, con reglas distintas para los usuarios locales y para los contactos que llaman desde una línea exterior.

En el plan de discado, el usuario crea todas las acciones y situaciones que el PBX debiera manejar y puede configurar contextos que funcionen solo durante parte del día o en la noche. Asimismo, puede incluir un contexto de otro contexto y elegir entre simplificar o hacer un plan dial altamente complicado.

Ejemplos de lo que se puede hacer son:

- Conectar una llamada a un correo de voz si el usuario no contesta el teléfono primario o secundario en un lapso de 20 segundos
- Conectar una llamada a una conferencia multi-partita
- Transferir las llamadas a otro PBX Asterisk
- Bloquear llamadas no identificadas y no deseadas
- Buscar información en una base de datos basándose en una pregunta de identificación (ID) de las personas que llaman, decidir qué grupo de operadores debieran contestar la llamada
- Crear llamadas con turnos de espera y permitir a los grupos de operadores encargarse de las llamadas ingresantes

La zona de comunicación del Administrador Asterisk trabaja en el *background* de un sistema Linux o Unix s FreeBSD o OpenBSD. Actualmente la mejor funcionalidad se basa

en Linux. Como administrador, puede conectarse a un Asterisk PBX ejecutor con un comando de comunicación en línea, o una de tantas interfaces gráficas.

El CLI (Command Line Interface) da al administrador el poder para:

- Seguir lo que sucede en el PBX *on line*
- Depurar muchos de los protocolos
- Observar usuarios activos y llamadas activas
- Cambiar información en la base de datos de Asterisk
- Recargar la configuración en el PBX ejecutor

Existe también un TCP/IP basado en la interface para administración que las aplicaciones de Asterisk addons emplean. Esto proporciona al administrador o usuario la oportunidad de observar el servidor Asterisk en tiempo real, observarlas encenderse y apagarse así como la habilidad de originar conexiones.

Asterisk es una plataforma para la empresa de telefonía amplia, los servidores de Asterisk están aptos para establecer conexiones troncales entre las diferentes oficinas que utilizan un Protocolo Especial de Intercambio Inter-Asterisk (IAX), este protocolo soporta varias conexiones simultáneas y trabaja fácilmente sobre conexiones NAT. De esta manera, se puede construir enrutadores al menor costo para las llamadas y tener una carga equilibrada entre los servidores de Asterisk en su red.

Asterisk está configurado en archivos de texto (Asterisk config files), los cuales están colocados en el directorio `/etc/asterisk` en una instalación estándar. En la distribución estándar, hay archivos de muestra con un gran número de comentarios que explican muchas de las opciones de configuración, tales como:

- Configuraciones de canal: sip.conf, iax.conf, mgcp.conf y más...
- Configuraciones de aplicación : voicemail (correo de voz)

Si se quiere ser parte de Asterisk, existen muchas formas de aumentar la funcionalidad:

- Utilizando las aplicaciones en el plan de discado para construir soluciones. Existen comandos de redacción como *gotoif*, variables para evaluar, establecer y ensartar las funciones de ejecución para controlar lo que sucede cuando un usuario marca una extensión
- La interface de aplicación para extender el plan de discado con la funcionalidad en el lenguaje que se elija - PHP, Perl, C, Java, Unix Shell y otros
- *Manager*: el administrador API para conectarse al PBX desde su aplicación
- Y el C API, documentado en los códigos fuente y la documentación que se genere desde el interior del árbol del código fuente

5.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

El modelo de desarrollo se basa en el uso del sistema de control de versiones *Subversion* y en un procedimiento de informe de errores denominado *Asterisk Bug Tracker*. Este último cuenta a su vez con un sistema "de méritos", denominado *Karma*, en el que aparecen los colaboradores en un *ranking*, de acuerdo con una puntuación (positiva o negativa) otorgada a los aportes que han realizado.

Además se utilizan las habituales herramientas de este tipo de proyectos, como listas de correo, IRC, o documentación *on line*.

5.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Mark Spencer es el organizador y principal desarrollador, apoyado por un grupo de colaboradores que reciben el nombre de administradores (*managers*) que realizan principalmente labores de programación, control del *software* generado y pueden aportar soluciones a errores documentados o crear nuevas funcionalidades. Por último están los

denominados "*reporters*", que son todos aquellos colaboradores que realizan informes sobre errores detectados.

Toda nueva funcionalidad es probada exhaustivamente antes de formar parte del repositorio del sistema de control de versiones y ha de contar finalmente con el visto bueno de los responsables de los repositorios, de acuerdo con criterios de oportunidad, prioridad o importancia de la nueva funcionalidad propuesta.

5.3 INDUSTRIA RELACIONADA

Existen multitud de empresas relacionadas con Asterisk. La mayor parte de ellas, siguen uno de los modelos de negocios más habituales del *software* libre, como es el de aportar valor añadido al *software*, en este caso mediante el diseño, instalación, formación y mantenimiento de centralitas telefónicas basadas en Asterisk.

Digium, la empresa creada por Mark Spencer, amplía este modelo de negocio tanto con la venta de hardware específico, fundamentalmente tarjetas de comunicación, como con la venta de software propietario, entre el que destaca el "*Asterisk Business Edition*", aplicación basada en Asterisk a la que se le incorporan ciertas funcionalidades.

5.3.1 Estado actual

La versión estable de Asterisk está compuesta por los siguientes módulos:

- Asterisk: Ficheros base del proyecto
- DAHDI: Soporte para hardware. Drivers de tarjetas. (Anteriormente ZAPTEL)
- Addons: Complementos y añadidos del paquete Asterisk. Opcional
- Libpri: Soporte para conexiones digitales. Opcional
- Sounds: Aporta sonidos y frases en diferentes idiomas. (Incluidos en el paquete Asterisk)

Cada módulo cuenta con una versión estable y una versión de desarrollo. La forma de identificar las versiones se realiza mediante la utilización de tres números separados por un punto. Teniendo desde el inicio como primer número el uno, el segundo número indica la versión, mientras que el tercero muestra la revisión liberada. En las revisiones se llevan a cabo correcciones, pero no se incluyen nuevas funcionalidades.

En las versiones de desarrollo el tercer valor siempre es un cero, seguido de la palabra "beta" y un número, para indicar la revisión.

5.3.2 Versiones

Las versiones tanto estables como de desarrollo de cada módulo pueden descargarse en la zona de descargas de la página oficial de Asterisk. Hasta abril de 2009 son las siguientes:

- Versión 1.6
- Asterisk Versión 1.6.0.9
- Asterisk Versión 1.6.1.12
- Asterisk Versión 1.6.2.0
- Versión 1.4 Estable
- Asterisk Versión 1.4.23.1
- DAHDI Linux Version 2.1.0.4
- DAHDI Tools Version 2.1.0.2
- Libpri Versión 1.4.7
- Addons Versión 1.4.7
- Versión 1.2 y 1.0

Estas versiones se consideran paralizadas y no se continuarán manteniendo.

Nota: Actualmente la rama 1.4 es la aconsejada para sistemas en producción.

A continuación se presentan dos cuadros con algunos datos y cifras del programa de software: la tabla 5.1 que representa el estado actual de Asterisk y la tabla 5.2 que presenta los lenguajes de programación utilizados en Asterisk 1.4.0. Estos datos se han obtenido aplicando el modelo COCOMO. Aunque este modelo se aplica habitualmente a procesos "clásicos" de producción de software, y en consecuencia las cifras obtenidas han de tomarse con precaución, permite hacerse una idea del tamaño del proyecto y el costo que podría haber alcanzado en caso de haber sido construido como software propietario.

En resumen, en el cálculo de costos se han tenido en cuenta dos factores, el salario medio de un desarrollador, cifrado en 56.286 \$/año, y el costo que toda empresa tiene que afrontar, además de los sueldos de los programadores, para lanzar un producto al mercado.

Tabla 5.1 Estado actual de Asterisk

Página web	http://www.asterisk.org
Inicio del proyecto	1999
Versión analizada	Versión 1.4.0 - Diciembre de 2006
Líneas de código fuente	250.463
Esfuerzo estimado de desarrollo (persona/año - persona/mes)	66,03 - 792,30
Estimación de tiempo (años)	2,63
Estimación de número de desarrolladores en paralelo	25,08
Coste total estimado	8.919.128 \$

Tabla 5.2 Lenguajes de programación utilizados en Asterisk 1.4.0

Lenguaje	Líneas de código	Porcentaje
ANSI C	232.514	92,83%
sh	7.550	3,01%
cpp	5.815	2,32%
perl	2.259	0,90%
yacc	1.508	0,60%
asm	642	0,26%
tcl	113	0,05%
PHP	62	0,02%

5.4 LA ARQUITECTURA DE ASTERISK

Asterisk esta cuidadosamente desarrollado para máxima flexibilidad. APIs específicos son definidos en un sistema central PBX. Este centro avanzado maneja interconexión interna del PBX, abstraídos limpiamente por protocolos específicos, Códecs, e interfaces de hardware de aplicaciones de telefonía.

Esto le permite a Asterisk utilizar cualquier hardware conveniente y tecnología disponible ahora ó en el futuro para realizar sus funciones esenciales, conectando hardware y aplicaciones.

Asterisk maneja estos artículos internamente:

- **PBX SWITCHING:** La esencia de Asterisk, por supuesto, es un sistema de conmutación, de intercambio de rama privada (PXB), conectando llamadas entre varios usuarios y tareas automatizadas. La base de conmutación conecta a los usuarios llegando a varios software y hardware de interface.
- **LANZADOR DE APLICACIONES:** Lanza aplicaciones que mejoran servicios para usos tales como, *voicemail*, *file playback* y lista de directorio
- **TRADUCTOR DE CODECS:** usa módulos de Códecs para codificar y decodificar varios formatos de comprensión de audio usados en la industria de la telefonía. Un gran número de Códecs están disponibles para satisfacer necesidades y llegar al mejor balance entre la calidad del audio.
- **ORGANIZADOR Y MANEJADOR:** Maneja la organización de tareas de bajo nivel y sistemas de manejo para un óptimo performance bajo cualquier condición de carga.
- **MÓDULOS CARGABLES APIS:** Cuatro APIs están definidos por módulos cargables, facilitando el hardware y la abstracción del protocolo. Usando este sistema APIs, la base de Asterisk no tiene que preocuparse de detalles como por ejemplo: que llamada está entrando o que Códec está usando actualmente, etc.
- **CANAL API:** El canal API maneja el tipo de conexión al cual el cliente está llegando, sea una conexión VoIP, ISDN, PRI, o alguna otro tipo de tecnología. Módulos dinámicos son cargados para manejar los detalles más bajos de la capa de estas conexiones
- **APLICACIÓN API:** Esta aplicación permite a varios módulos de tareas cumplir varias funciones, conferencias, lista de directorios y *voice mail* en la línea de transmisión de datos, y cualquier otra tarea que el PBX deba cumplir ahora o en el futuro, son manejados por estos módulos.
- **TRADUCTOR DEL CODEC API:** Cargar módulos códec para apoyar varios tipos de audio, codificando y decodificando formatos tales como GMS, mu law, a law, e incluso mp3.
- **FORMATO DE ARCHIVO API:** Maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el almacenaje de datos en el sistema de archivos.

Usando estos APIs Asterisk alcanza una completa abstracción entre sus funciones básicas como un servidor de sistema PBX y la variedad tecnológica existente (o en desarrollo) en el área de la telefonía.

La fórmula modular es lo que le permite a Asterisk integrar hardwares de telefonía implementados y tecnologías de paquetes de voz emergentes hoy en día.

La aplicación API provee el uso flexible de aplicaciones modulares para realizar cualquier acción flexible en demanda, también permite un desarrollo abierto de nuevas aplicaciones para satisfacer necesidades o situaciones únicas.

En conclusión, cargar todo el uso como módulos permite un sistema flexible, permitiéndole al administrador diseñar la mejor y más satisfactoria trayectoria para los usuarios en el sistema PBX y también modificar la trayectoria de llamadas para satisfacer las cambiantes necesidades de la comunicación que nos concierne.

En el siguiente capítulo se tratará acerca de la instalación y configuración de Asterisk en forma de un pequeño tutorial que puede ser seguido por quien desee utilizar esta tecnología.

CAPITULO 6 INSTALACION Y CONFIGURACION DE ASTERISK

Este capítulo constituye un pequeño tutorial de cómo instalar y configurar Asterisk, la PBX *Open Source* para Linux. Se verán distintos aspectos de instalación desde el primer paso, que es instalar el Sistema Operativo, la configuración de éste y herramientas anexas que pueda necesitar Asterisk. Se aclararán algunos términos técnicos propios de **VoIP**, pero el enfoque principal es el funcionamiento de la PBX.

La versión del software a aplicarse es la 1.0.7, el último lanzamiento oficial, todos los paquetes adicionales que pueda usar Asterisk, ya sea sonidos o *drivers* son la misma versión. El protocolo que se utiliza para tener comunicación es **SIP** (*Session Initiation Protocol*) y el cliente (*softphone*) es el X-Lite de la empresa Xten, en su versión para Windows y Linux.

Asterisk es el más poderoso, flexible y extenso software de telecomunicaciones disponible. Su nombre viene del símbolo asterisco “*”, que en ambientes UNIX y DOS representa una *wildcard*. Similarmente la PBX Asterisk está diseñada para conectar cualquier hardware telefónico o cualquier tipo de software de telefonía de manera transparente y consistente.

Tradicionalmente, los productos telefónicos son diseñados para ejecutar una tarea específica en una red. Sin embargo, gran cantidad de aplicaciones de telefonía comparten gran cantidad de tecnología. Asterisk toma ventaja de esta sinergia para crear un solo entorno de desarrollo que puede ser moldeado a cualquier necesidad que el usuario requiera. Asterisk, además de muchas otras cosas, puede ser usado en cualquiera de estas aplicaciones:

- **VoIP Gateway (MGCP, SIP, IAX, H.323)**
- *Private Branch eXchange (PBX)*
- Servidor de voz de respuesta interactiva (**IVR**)
- *Softswitch*
- Servidor de Conferencias

- Traductor de números
- Y muchas otras...

6.1 PRIMEROS PASOS ASTERISK

A continuación se detallará paso a paso el proceso de instalación del sistema Asterisk:

6.1.1 Obtención del Sistema Operativo (SO)

El sistema operativo (SO) utilizado para este proyecto es *Slackware Linux* en su versión corriente. Se eligió este **SO** porque es aquél en que los autores de este trabajo de investigación tienen más experiencia, pero Asterisk funciona en cualquier distribución de Linux o *nix en general, ya que los requerimientos son mínimos.

Slackware Linux se puede obtener desde el siguiente link torrent: <http://slackware.com/torrent/slackware-10.1-install-d1.torrent>, la última versión estable es la 10.1. El **SO** se instala en un computador con procesador **AMD** de 700 Mhz con 192 Mb en RAM, 10 Gb. de espacio en disco duro y una tarjeta de red 3com.

Es el único **SO** que existe en el servidor, por lo tanto es buena recomendación respaldar y borrar el disco, aunque de todas formas puede convivir con otro Sistema Operativo (este no es el caso).

6.1.2 Instalación del Sistema Operativo

En este trabajo no se entrará en detalles acerca del procedimiento para instalar Linux, solo se referirá a los espacios que ocupa cada partición y qué es lo que necesita Asterisk para ejecutarlo sin problemas pero, como todo en Linux, esto es a gusto del usuario y no es una regla predeterminada a seguir.

El disco duro se particionó de la siguiente forma:

```

Disk /dev/hda: 10.2 GB, 10262568960 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 1247 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes

Device Boot Start End Blocks Id System
/dev/hda1 1 37 297171 83 Linux
/dev/hda2 38 87 401625 82 Linux swap
/dev/hda3 88 1247 9317700 5 Extended
/dev/hda5 88 100 104391 83 Linux
/dev/hda6 101 162 497983+ 83 Linux
/dev/hda7 163 528 2939863+ 83 Linux
/dev/hda8 529 1247 5775336 83 Linux

Filesystem Size Mounted on
/dev/hda1 291M /
/dev/hda2 300M swap
/dev/hda5 102M /home
/dev/hda6 487M /tmp
/dev/hda7 2.9G /var
/dev/hda8 5.6G /usr

```

Como se puede ver, se utilizaron 5 particiones para *Slackware* más la partición swap. Asterisk en sí no ocupa mucho espacio en disco pero, por ejemplo al tener una cantidad grande de mensajes en espera a ser escuchados, puede ocupar una gran cantidad de espacio, por eso se asignó tanto espacio de disco para /var. Como la mayoría de los servicios, Asterisk guarda sus cosas en /var, las demás particiones requieren espacio normal.

Se usó una instalación mínima del sistema operativo, alrededor de 600 Mb, el servidor no requerirá de sistema X-Window, ni de mucho software que ofrece *Slackware*.

Los requerimientos mínimos para que funcione Asterisk son:

- NCurses y librerías de desarrollo asociadas

- OpenSSL y librerías de desarrollo asociadas
- zlib y librerías de desarrollo asociadas
- bison y librerías de desarrollo asociadas
- Kernel Linux en su versión 2.4 (incluidas las fuentes)

Todo esto lo trae *Slackware* en el CD de instalación, y la mayoría de las otras distribuciones de Linux también, así que solo se debe instalar un sistema con esto más el soporte para tener comunicaciones en red. También se puede utilizar el kernel de la versión 2.6, pero hay que hacer unas modificaciones en Asterisk para que funcione.

Así quedó repartido en espacio el SO + Asterisk instalado:

- Filesystem Size Used Avail Use% Mounted on
- /dev/hda1 291M 77M 214M 27% /
- /dev/hda5 102M 33M 70M 32% /home
- /dev/hda6 487M 33M 455M 7% /tmp
- /dev/hda7 2.9G 50M 2.8G 2% /var
- /dev/hda8 5.6G 924M 4.7G 17% /usr

6.1.3 Obtención de Asterisk

Asterisk es un software desarrollado por la empresa Digium bajo licencia GPL, este puede ser descargado de la página principal <http://www.Asterisk.org>, los links para poder bajar la versión que se utiliza son los siguientes:

- <http://www.Asterisk.org/html/downloads/Asterisk-1.0.7.tar.gz>
- <http://www.Asterisk.org/html/downloads/Zaptel-1.0.7.tar.gz>
- <http://www.Asterisk.org/html/downloads/Asterisk-sounds-1.0.7.tar.gz>

Antes de proceder con la instalación, es importante aclarar que para que Asterisk pueda reproducir sonidos, necesita un programa llamado mpg123, *Slackware* hace algunas versiones eliminó este software de su distribución porque su licencia no es completamente

libre, y en su reemplazo utiliza mpg321. Aunque este programa es opcional y no afecta el funcionamiento de la PBX, se bajó e instaló la última versión de mpg123 desde:

- <http://www.mpg123.de/mpg123/mpg123-0.59r.tar.gz>

6.1.4 Instalación de Asterisk

Antes de compilar Asterisk, se necesita tener disponible ztdummy, este es un módulo para el kernel que provee a Asterisk un *timer* Zaptel si es que no se tiene ningún hardware Digium instalado. El módulo ztdummy toma el *timing* desde el módulo del kernel usb-uhci que debe ser cargado antes que ztdummy. El módulo usb-uhci no debe ser compilado dentro del kernel, si este fuera el caso, el *timing* no funciona. Todo este proceso es solamente para poder realizar conferencias con Asterisk, se necesita el *timer* para poder realizarlas.

El primer paso entonces es compilar el kernel para dejar como módulo a usb-uhci.

USB support --->

<*> Support for USB

<M> UHCI (Intel PIIX4, VIA, ...) support

Esas son las opciones en el *kernel* para habilitar el módulo, la manera de compilar es la misma de siempre y es ajena a este documento. Creado el módulo se procederá a compilar *zaptel*.

```
bash# tar xzfv zaptel-1.0.7.tar.gz
```

```
bash# cd zaptel-1.0.7/
```

En este momento se debe editar el *Makefile*, puede ser abierto con el editor preferido, y se busca la palabra *ztdummy*, la cual aparecerá inmediatamente, y tendrá un # antes.

```
MODULES=zaptel tor2 torisa wcusb wcfxo wcfxs \
```

```
ztdynamic ztd-eth wct1xxp wct4xxp wctel1xp # ztdummy
```

Se quita el #, se guarda el archivo y con esto se habilita ztdummy. Lo que sigue es muy sencillo.

```
bash# make
```

```
bash# make install
```

Luego solo hay que agregar a /etc / rc.d / rc.modules las siguientes líneas:

```
modprobe usb-uhci
```

```
modprobe zaptel
```

```
modprobe ztdummy
```

También es buena idea cargar los módulos, o reiniciar la máquina. Ahora se puede proceder con la compilación de Asterisk.

El proceso de instalación es bastante simple y no es distinto a cualquier software para plataformas *nix. Primero se debe descomprimir el archivo asterisk- 1.0.7.tar.gz y luego proceder a su compilación e instalación.

```
bash# tar xzfv asterisk-1.0.7.tar.gz
```

```
bash# cd asterisk-1.0.7/
```

```
bash# make
```

```
bash# make install
```

Con estos simples comandos se compila e instala Asterisk. El proceso de compilación es limpio y no se produjo ningún error. Si es que llegaron a existir problemas de compilación, ya sea porque se está usando otra distribución Linux o de cualquier otro tipo, se recomienda leer la lista de mail de Digium. Para poder comprobar si la PBX está instalada correctamente hay que ejecutar el siguiente comando:

```
bash# asterisk -vvvc
```

Se verá una gran cantidad de mensajes, que son los que arroja Asterisk al iniciar, para luego terminar en una instrucción como esta:

```
*CLI>
```

Se puede digitar *help* en cualquier momento para la ayuda de Asterisk y sus comandos básicos. El siguiente paso es instalar los sonidos de Asterisk, los pasos son parecidos al anterior:

```
bash# tar xzfv asterisk-sounds-1.0.7.tar.gz
bash# cd asterisk-sounds-1.0.7/
bash# make install
```

Los distintos sonidos van a ser guardados en `/var /lib/ asterisk / sounds` y todos están en inglés, existe un proyecto en desarrollo en el sitio Asteriskspain.org, donde locutores profesionales van a traducir todos los sonidos al español, según la página esto va a estar disponible a futuro.

6.1.5 Iniciar el Servicio

Para levantar Asterisk cuando el sistema inicia, hay que crear un *script* que debe ser guardado en `/etc / rc.d / rc.asterisk` y debe tener permisos de ejecución, el archivo es el siguiente:

```
#!/bin/sh
#
# Start/stop/restart Asterisk PBX
#
# Version: 1.0 - Paul Belanger <pabelanger at gmail.com>
#
# 03.29.2005 - Initial Version
```

```

#
Asterisk_start() {
if [ -x /usr/sbin/Asterisk ]; then
echo "Starting Asterisk /usr/sbin/Asterisk"
/usr/sbin/Asterisk
fi
}
Asterisk_stop() {
# If there is no PID file, ignore this request...
if [ -r /var/run/Asterisk.pid ]; then
killall Asterisk
fi
}
Asterisk_restart() {
Asterisk_stop
Asterisk_start
}
case "$1" in
'start')
Asterisk_start
;;
'stop')
Asterisk_stop
;;
'restart')
Asterisk_restart
;;
*)
echo "usage $0 start|stop|restart" ;;
esac

```

El permiso de ejecución se da con `chmod`:

```
bash# chmod 755 /etc/rc.d/rc.Asterisk
```

Además se debe agregar las siguientes líneas al archivo `/etc/rc.d/rc.local`

```
# Asterisk, con esto se inicia Asterisk
./etc/rc.d/rc.Asterisk start
```

Con esto último se tiene el Sistema Operativo y Asterisk instalado, ahora hay que pasar a la configuración de la PBX.

6.2 CONFIGURACION DE ASTERISK

A continuación se detallarán los pasos para la configuración de Asterisk

6.2.1 ¿Cómo funciona?

Asterisk funciona sin necesidad de hardware alguno para conectividad con la **PSTN**, siendo esta la gran ventaja para este proyecto que está basado en Voz sobre IP, el software permite conectividad en tiempo real para redes **VoIP** y sólo cuenta con una tarjeta de red.

Asterisk es mucho más que una PBX normal y se puede hacer telefonía de nuevas formas. Puede conectar empleados trabajando en casa hacia la PBX de la oficina mediante una conexión de banda ancha, conecta oficinas mediante varias alternativas de VoIP, Internet o una red privada virtual, entrega *voicemail* integrada con una web y algún mail, puede construir aplicaciones interactivas de voz y mucho más. Además incluye cualidades que sólo se encuentran en productos de punta de la mensajería unificada.

Para poder hacer todo esto, Asterisk funciona mediante canales. Estos canales son *drivers* para distintos tipos de conexiones para protocolos de **VoIP** como **SIP, IAX, MGCP** y **H.323**. Teléfonos y *Softphones* se conectan a un canal, algunos de ellos se registran (en el

proyecto todos se registran) para dar a conocer que están en línea. Los canales también registran conexiones salientes a otro servidor VoIP, mediante **SIP** se puede conectar a la red *Free World Dialup* o a proveedores **SIP** como Nufone, Vonage o Siphone.

En el proyecto se usa como protocolo **SIP**, que es muy parecido a **HTTP** o a **SMTP**. El mensaje consiste en una cabecera (*header*) y un cuerpo. Es un protocolo basado en texto que usa la codificación **UTF- 8** y el puerto 5060 para conexiones tcp y udp, y ofrece todas las gamas de posibilidades de la telefonía moderna. Dado que es un protocolo muy flexible es posible agregar funciones y aumentar la operabilidad.

Entender la configuración de Asterisk es algo así como aprender a programar, son eventos que van sucediendo, y que se tienen que ir organizando paso a paso, para que la PBX sepa que hacer. Ahora en el siguiente paso se va a dar a conocer los archivos de configuración y cuáles fueron los que se utilizó para la PBX.

6.2.2 Archivos de configuración

Todos los archivos de configuración se encuentran en `/etc / asterisk` y son bastantes, pero para este caso solo se utilizarán algunos, están muy bien comentados todos. A continuación se va a presentar cuantos archivos son:

```
bash# ls /etc/asterisk
ads_i.conf cdr_pgsql.conf indications.conf oss.conf skinny.conf adtranvoivr.conf cdr_tds.conf
logger.conf phone.conf telcordia-1.ads_i agents.conf enum.conf manager.conf privacy.conf
voicemail.conf alarmreceiver.conf extconfig.conf meetme.conf queues.conf vpb.conf
alsa.conf extensions.conf mgcp.conf res_config_odbc.conf zapata.conf asterisk.ads_i
features.conf modem.conf res_odbc.conf asterisk.conf festival.conf modules.conf rpt.conf
cdr_manager.conf iax.conf musiconhold.conf rtp.conf cdr_odbc.conf iaxprov.conf osp.conf
sip.conf
```

Como se puede ver son una gran cantidad de archivos, pero como se indicó antes, para este caso se van a usar solo algunos y son los siguientes:

```
asterisk.conf
extensions.conf
meetme.conf
musiconhold.conf
sip.conf
voicemail.conf
zapata.conf
```

El archivo más importante de todos es `extensions.conf`, es la llave del funcionamiento de Asterisk, es el Dial Plan.

6.2.3 Desarrollo de la configuración

Para entender que fue lo que se hizo, se va a presentar cada archivo de configuración, y se comentará dentro del mismo archivo las partes más importantes de cada uno. El sistema desarrollado tiene 3 usuarios que se deben registrar para ser parte de la red, esto quiere decir que cada uno tiene nombre de usuario y *password*, al registrarse se pueden comunicar a cualquier número dentro de la red y ocupar cualquiera de los servicios que ofrece la PBX. El primer archivo es `asterisk.conf`, este indica a Asterisk donde se encuentra todo lo que necesita, este archivo se crea solo y no es buena idea modificarlo a no ser que se sepa lo que se está haciendo.

```
; asterisk.conf
```

Los comentarios son con un “;”

Este es el archivo que indica los directorios que utiliza Asterisk:

```
[directories]
astetcdir => /etc/asterisk
```

astmoddir => /usr/lib/asterisk/modules
astvarlibdir => /var/lib/asterisk
astagidir => /var/lib/asterisk/agi-bin
astspooldir => /var/spool/asterisk
astrundir => /var/run
astlogdir => /var/log/asterisk

El siguiente paso es configurar el protocolo, para esto tenemos que editar el archivo sip.conf que como su nombre lo indica, es el encargado de manejar las características de **SIP**. Los clientes deben ser configurados en este archivo antes de poder recibir o hacer llamadas. El archivo es leído desde arriba hacia abajo. La primera sección es para opciones generales del servidor, como la dirección **IP** o el puerto. Las secciones siguientes definen parámetros para los clientes, tales como el *username*, *password* y la **IP** por defecto para clientes no registrados. Las secciones son destacadas por *brackets* [] , a continuación se indica el contenido de sip.conf:

```
;  
; sip.conf  
;  
;  
[general] ; Opciones Generales.  
port = 5060 ; Define el puerto (SIP usa 5060)  
bindaddr = 0.0.0.0 ; La dirección IP a usar (todas las posibles que existan)  
allow=all ; Permite todo tipo de Códecs  
context = bogon-calls ; Envía las llamadas SIP que no son conocidas aquí  
[2000] ; Define el primer usuario  
type=friend ; Define el tipo de conexión, en este caso.. AMIGO  
username=2000 ; Nombre de usuario  
secret=slackware ; Password :P  
host=dynamic ; El host no siempre tiene la misma IP  
context=slack-sip ; Las llamadas entrantes van a slack-sip  
mailbox=100 ; Activa la luz de mensaje en espera si es que
```


; existe algo en voicemailbox

[2001] ; Es un duplicado de 2000, con diferente login

type=friend

username=2001

secret=slackware

host=dynamic

context=slack-sip

mailbox=101

[2002] ; Otro duplicado de 2000

type=friend

username=2002

secret=slackware

host=dynamic

context=slack-sip

mailbox=102

Con esta configuración el protocolo **SIP** está listo para funcionar, ahora el siguiente paso es configurar `extensions.conf`. Como ya se había mencionado, `extensions.conf` es el corazón del funcionamiento de Asterisk, aquí se define como se deben manejar las llamadas. Consiste en una lista de instrucciones que Asterisk debe seguir, que son iniciados por dígitos recibidos por un canal o alguna aplicación. Antes de ver el archivo se explicará un poco el contenido, al igual que **SIP** las secciones se definen en () y dentro de estas se encuentran las extensiones. Un ejemplo:

```
exten => 555,1,Dial(Zap/1,20)
```

```
exten => 555,2,Voicemail(u555)
```

El "exten =>" indica al Dialplan que lo próximo será un comando.

El "555" es el dígito actual recibido.

El "1" y el "2" representan la prioridad, que determinan en qué orden se tomarán los comandos de esa extensión.

Aclarado esto, se presentará el contenido de extensions.conf.

```
;  
; extensions.conf  
;  
[general]  
static=yes ; Estas dos líneas previenen que desde la línea de  
writeprotect=yes ; comandos se pueda sobrescribir el archivo de configuración  
[bogon-calls]  
;  
; Toma las llamadas desconocidas que encontraron en  
; el sistema, y les envía una orden de tono.  
; El string "_" borra cualquier secuencia, con esto  
; todas las llamadas recibirán el tono de ocupado.  
; Eventualmente se aburrirán y colgaran.  
;  
exten => _,1,Congestión  
[slack-sip] ; aquí se define la sección slack-sip  
;  
; Si el número marcado por el que llama es "2000", entonces  
; llama al usuario "2000" mediante el canal SIP. Deja que el número  
; suene durante 20 segundos, y si no hay respuesta, procede a la prioridad 2.  
; Si el número retorna un resultado "busy", entonces salta a la prioridad 102  
;  
exten => 2000,1,Dial(SIP/2000,20)  
;  
; La prioridad 2 envía la llamada al voicemail, y da el mensaje "unavailable"  
; para el usuario 2000. La única forma de salir del voicemail  
; en esta instancia es colgando.  
;  
exten => 2000,2,Voicemail(u2000)  
;
```

```

; Si el número marcado en la prioridad 1 devuelve un estado
; "busy", entonces el Dial saltará a 101 + (prioridad actual)
; que en este caso sería 101+1=102. Este +101 es construido
; dentro de Asterisk y no necesita ser definido.
;
exten => 2000,102,Voicemail(b2000)
exten => 2000,103,Hangup
;
; Ahora, ¿que pasa si el número marcado es "2001" o "2002"?
;
exten => 2001,1,Dial(SIP/2001,20)
exten => 2001,2,Voicemail(u2001)
exten => 2001,102,Voicemail(b2001)
exten => 2001,103,Hangup
exten => 2002,1,Dial(SIP/2002,20)
exten => 2002,2,Voicemail(u2002)
exten => 2002,102,Voicemail(b2002)
exten => 2002,103,Hangup
;
; Ahora se define un número donde los usuarios puedan alcanzar
; el voicemail. Se llama a la aplicación VoicemailMain con el
; número del que llama pasado como variable, así
; que lo único que se necesita hacer es teclear el password.
;
exten => 2999,1,VoicemailMain(${CALLERIDNUM})
;
; Se define un número para escuchar el Music on Hold
;
exten => 6601,1,WaitMusicOnHold(30)
;
; Con esto puedo se puede incluir las secciones dentro de slack-sip

```

```

;
include => help
include => meetme
;
; Esta sección está definida en el archivo por defecto,
; es un número que entrega información acerca de Asterisk,
; en el archivo original el número es una 's'
;
[help]
exten => 666,1,Wait,1 ; Espera un segundo
exten => 666,2,Answer ; Responde la línea
exten => 666,3,DigitTimeout,5 ; Setea el tiempo de digitar en 5 seg.
exten => 666,4,ResponseTimeout,10 ; Setea el tiempo de respuesta en 10 seg.
exten => 666,5,BackGround(demo-congrats) ; Reproduce un mensaje de felicitaciones
exten => 666,6,BackGround(demo-instruct) ; Reproduce algunas instrucciones
exten => 2,1,BackGround(demo-moreinfo) ; Entrega más información.
exten => 2,2,Goto(s,6)
exten => 500,1,Playback(demo-abouttotry); Deja saber que está pasando
exten => 500,2,Dial(IAX2/guest@misery.digium.com/s@default) ; Llama al demo de
Asterisk
exten => 500,3,Playback(demo-nogo) ; No pudo conectar al demo
exten => 500,4,Goto(666,6) ; Retorna al principio del mensaje
;
; Se define el numero "100" para la conferencia "4000", se usa MeetMe
; y en meetme.conf está definida la conferencia "4000"
;
[meetme]
;exten => 100,1,Playback,thereare
;exten => 100,2,Playback,callersin
exten => 100,1,MeetMe,4000

```

Ahora solo falta definir las casillas de voz o *voicemail*, para esto hay que editar el archivo *voicemail.conf*. Este es el encargado de configurar los parámetros para el sistema de buzón de voz, guarda la información en el *mailbox*, etc. El archivo está dividido en dos secciones, la sección general, que contiene distintos parámetros, pero en este caso solo se utilizará el que indica en que formato se guardan los mensajes recibidos. La segunda sección indica la configuración individual de cada casilla.

```
;
; voicemail.conf
:
[general]
format=wav ; formato wav para guardar mensajes
[local]
;
; formato: password, nombre, dirección de mail para insertar los mensajes de voz
;
2000 => 4321,Hanamichi Sakuragi,H.Sakuragi@slamdunk.org
2001 => 8383,Inkubot,inkubot@slackware.cl
2002 => 1234,Slackware dot CL,contacto@slackware.cl
```

Con esto se puede utilizar el servidor en una red de área local y comunicarse con tres usuarios sin problemas mediante un *softphone*. Solo falta la configuración del *Music on Hold* y de la conferencia.

Para habilitar una sala de conferencia se tiene que editar *meetme.conf*, en *extensions.conf* se define el número 100 y este llama a la sala 4000, así que solo hay que definir una sala 4000 en *meetme.conf*:

```
;
; meetme.conf
;
[rooms]
```

conf => 4000 ; sala 4000

No se necesita *password*, ni siquiera algún tipo de identificación, el que llame al número 100, será agregado a la conferencia. Y por último queda habilitar el *Music on Hold* y para esto en *extensions.conf* se ha definido el número 6601 para escuchar la música que reproduce Asterisk para este servicio. Para habilitarlo hay que descomentar lo siguiente en *zapata.conf*.

```
: musiconhold=default
```

Y queda de esta forma:

```
musiconhold=default
```

Luego el archivo *musiconhold.conf* se debe editar y dejar de la siguiente manera:

```
;  
; musiconhold.conf  
; aquí se define las clases para music on hold  
[classes]  
default => quietmp3:/var/lib/Asterisk/mohmp3  
;  
; existen otros tipos de clases  
;  
;loud => mp3:/var/lib/Asterisk/mohmp3  
;random => quietmp3:/var/lib/Asterisk/mohmp3,-z  
;unbuffered => mp3nb:/var/lib/Asterisk/mohmp3  
;quietunbuf => quietmp3nb:/var/lib/Asterisk/mohmp3  
;manual => custom:/var/lib/Asterisk/mohmp3,/usr/bin/mpg123 -q -r 8000 -f 8192 -b 2048 -  
mono -s
```

Para poder usar alguna otra clase, se debe comentar alguna y habilitar en `zapata.conf` en la variable `musiconhold`, por ejemplo:

```
musiconhold=loud
```

Con esto se habilita la clase `loud`. Solo con estos pasos, se puede habilitar el servidor VoIP, ahora solo hace falta probar el funcionamiento del sistema.

6.2.4 Prueba

Aquí solo se pondrá un *screenshot* del X-Lite para Linux, haciendo una llamada al número 666, en la figura 5.1 se ve que la conexión está establecida y funciona de manera correcta.

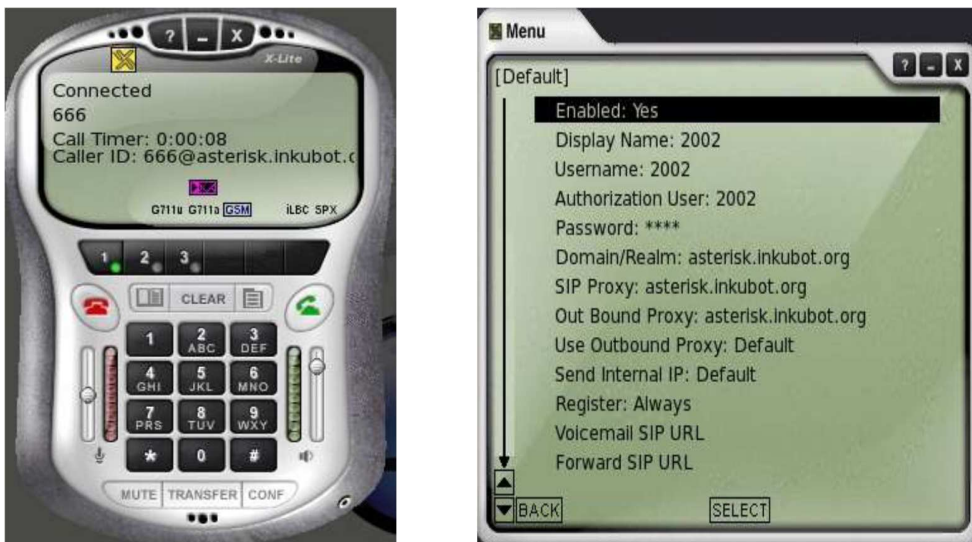


Figura 5.1 Prueba del sistema

CAPITULO 7 BASES PARA LA MIGRACION DE LA CENTRAL DE LA FACULTAD TECNICA

El prototipo diseñado brinda la oportunidad de reemplazar completamente el sistema telefónico tradicional de la facultad: soporta teléfonos SIP virtuales/físicos de SIP estándar, servicios VOIP y líneas telefónicas tradicionales.

7.1 VENTAJAS DE LA MIGRACION

Entre sus ventajas se puede destacar:

Asterisk es un software libre: Asterisk es una aplicación desarrollada por la empresa Digium, con la colaboración de toda la comunidad *OpenSource* del mundo. El soporte que obtiene de ese modo, y la capacidad de respuesta ante problemas e implantación de mejoras no puede ser igualado por una empresa privada.

Personalización del sistema: Asterisk permite diseñar un sistema de telefonía a su medida particular, en vez de tener que adecuar cada empresa a la telefonía. Es posible implementar una solución que responda a las necesidades de cada negocio, mejorando sus tiempos de respuesta y optimizando sus recursos.

Puede crecer sin límite: Un sistema Asterisk puede crecer con el usuario, con su negocio. Desde un entorno pequeño es posible aumentar la capacidad y posibilidades sin límite. Se acabó el cambiar de centralita cada pocos años.

Ahorro de costos: Un único cableado para toda la empresa. Se terminó tener cableados separados para voz y datos. Una única red de datos puede gestionar sus teléfonos y sus ordenadores. Simplificar infraestructuras es un modo inteligente de reducir costos. Una IP PBX basada en software es mucho menos costosa que una PBX/PABX basada en hardware. Esto implica un ahorro en los costos de las llamadas utilizando cualquier servicio VOIP SIP o WAN.

Interconexión de sedes: Asterisk permite enlazar con costos muy reducidos sedes remotas e incluso ubicar terminales telefónicos remotos. Puede usar la conexión del usuario a internet como puerta de enlace entre sedes, reduciendo los costos de telefonía interna de forma espectacular.

Reducción de la factura telefónica: El uso de proveedores de Voz sobre IP para permitir el envío o la recepción de llamadas a través de Internet puede significar un ahorro en la factura telefónica superior al 40 %.

Facilidad de manejo: Es más fácil de instalar y manejar, a través de la interfaz de configuración basada en web (ELASTIX).

Variedad de equipos: Se puede elegir entre varios tipos de teléfonos SIP basados en hardware sin quedar atado a un solo proveedor.

Sistemas convergentes: Permite recibir y hacer llamadas a través de la red PSTN estándar utilizando pasarelas VOIP.

Introduce valor en la instalación: Por primera vez un sistema de telefonía puede añadir valor a un negocio. La personalización del sistema, la posibilidad de interactuar con terceras aplicaciones y de crecer con el negocio hacen que Asterisk sea la última centralita que se monte en un negocio.

7.2 PASOS PARA MIGRAR LA CENTRAL TELEFÓNICA DE LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

Los pasos necesarios para la migración de la central telefónica de la Facultad Técnica a la tecnología Asterisk se detallan a continuación:

- Verificar el tipo y la cantidad de extensiones existentes en la facultad técnica, para hacer una réplica del número de cada usuario en la nueva central, las cuales se hacen en el archivo extension.conf
- Crear el plan de marcado que define los permisos y privilegios que tendrá cada extensión
- Configurar la DISA para el servicio de IVR , el cual proporcionará los mensajes a escuchar dependiendo de los estados del usuario y de la central
- Configurar el correo de voz con el cual los mensajes obtenidos por la contestadora puedan ser recibidos en el email personal del usuario

- Plantear la interconexión troncal con el proveedor de telefonía analógica local configurando la tarjeta FXO del servidor para generar la troncal a la CNT en el caso de la facultad
- En el caso de tener líneas análogas en la infraestructura antigua se utiliza la tarjeta TDM2400P en referencia al número de anfenoles presente
- Configurar las funciones de conferencia y fax virtual en caso de ser requeridos estos servicios
- El crecimiento a futuro de la central no se verá limitado, porque depende únicamente de las configuraciones hechas en el servidor. Si se quiere hacer una expansión basta con agregar las extensiones requeridas y el resto de requerimientos para las mismas

7.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Los equipos y materiales necesarios son los siguientes:

- Rollo de cable UTP cat-6 Quest
- Switch 16V puertos Allied Telesis
- Multitoma
- Teléfonos IP
- Cajas ATA
- Tarjetas FXS (Cisco)
- Router Wireless Tplink
- Patch Cord de 7 pies cat-6
- Servidor Asterisk
- Audífonos

7.3.1 Switch AT-FS716L-10

Sus principales características son las siguientes:

Marca: Allied Telesis

Switch de 16-Puertos no administrado 10/100TX con fuente de alimentación interna (EE.UU.)

Número de pieza del fabricante AT-FS716L-10

Tipo de producto: Switch Ethernet

Factor de forma: Montaje en bastidor

Cantidad de puertos: 16

Tensión de entrada: 100 V AC y 240 V AC

Aspectos destacados: Amplia gama de simples y no administrados switches 10/100 Fast Ethernet. Conmutadores no gestionados proporcionan la solución ideal para entornos de conectividad de escritorio o grupo de trabajo en que el rendimiento y la flexibilidad tiene que estar equilibrada con la sencillez y la asequibilidad.

Resumen: Proporciona una potente solución de conmutación 10/100 para escritorios y entornos de redes pequeñas. El conmutador no administrado Allied Telesyn AT-FS716L-10 tiene características completas de auto-negociación de puertos 10/100. Esto permite el intercambio de velocidad y modos *duplex* de los dispositivos conectados, lo que le permite configurar automáticamente para el mejor funcionamiento posible. El AT-FS716L-10 reúne una multitud de requerimientos de energía con las opciones de suministro de energía tanto internos como externos. Posee un panel frontal fácil de leer de LEDs que muestran el estado actual de transición y los problemas.

En la tabla 7.1 se detallan las especificaciones del producto.

Tabla 7.1 Especificaciones del Switch AT-FS716L-10

Nombre del producto	Switch de 16-Puerto no gestionados 10/100TX con fuente de alimentación interna (EE.UU.)
Tipo de producto	Switch Ethernet
Dimensiones	1,40 cm Altura x 9,80 cm Anchura x 4,60 cm Profundidad

Entrada de voltaje	110 V AC 220 V AC
Interfaces / Puertos	16 x RJ-45 10/100Base-TX LAN
Factor de forma	Montaje en bastidor
Cantidad de puertos	16
Serie del producto	AT-FS700
De tensión de entrada	100 V de corriente alterna a 240 V AC
Tabla de direcciones	8-K de direcciones MAC -
Capa de apoyo	2
Conectividad Media	UTP 10/100 Base-TX
Certificaciones y Estándares	IEEE 802.3 IEEE 802.3u UL 1950 VCCI Clase B CSA 22.2 No. 950 Clase B FCC/EN55022
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Humedad	5% a 80% sin condensación en funcionamiento 5% a 95% sin condensación Almacenamiento
Corriente de entrada	400 mA
Rendimiento	14800pps rendimiento para Ethernet 10 Mbps 148000pps rendimiento para Ethernet de 100 Mbps
Temperatura	32F (0C) a 104 ° F (40 ° C) de funcionamiento -13F (-25C) a 158F (70C) no está en funcionamiento
Tecnología de red	10/100Base-TX
Información adicional	Robusta carcasa metálica

	Velocidad de cable de tecnología Arquitectura sin bloqueos Transparente a los paquetes VLAN
Garantía estándar	Limitada de por vida

7.3.2 Teléfono IP DPH-150S

Las características principales del Teléfono IP DPH-150S mostrado en la Figura 7.1 son las siguientes:

- Comunicación VoIP a través de Internet o red LAN
- Interfaz fácil de usar para programación y configuración
- Elegante diseño de escritorio con pantalla LCD incorporada
- Altavoz y guía telefónica en pantalla
- Control de volumen y tonos de llamadas seleccionables
- Dos puertos de conexión permite realizar llamadas y navegar al mismo tiempo
- IP asignada mediante PPPoE, DHCP o Configuración de IP estática



Figura 7.1 Teléfono IP DPH-150S

En la tabla 7.2 se presenta la ficha técnica del Teléfono IP DPH-150S

Tabla 7.2 Ficha técnica del Teléfono IP DPH-150S

ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3 • IEEE 802.3u
------------	---

PUERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Puertos 10/100 Mbps Ethernet
PROTOCOLOS	<ul style="list-style-type: none"> • SIP RFC 3261 • RTP/RTCP • SRTP • NTP • DNS
DISPLAY LCD	<ul style="list-style-type: none"> • Dos líneas, 13 caracteres x 2 líneas • Blanco/Negro • Matriz 128 x 26
TECLADO	<ul style="list-style-type: none"> • 36 teclas
FORMATOS DE LLAMADA	<ul style="list-style-type: none"> • Control de volumen • Silencio • Auricular • Redial • Hold • Transferencia de llamadas • Llamadas en Conferencia • Llamada en espera • Transferencia de llamadas • Call Forward (Ocupado, Sin respuesta, Incondicional) • Call Waiting • Conferencias de tres vías • No molestar
FUNCIONES DEL TELEFONO	<ul style="list-style-type: none"> • Identificador de llamadas (Llamadas entrantes & CWD) • Call Log: 20 llamadas perdidas, 20 llamadas contestadas, 20 llamadas contestadas • Directorio telefónico (más de 100 nombres de contactos y números telefónicos) • Visualización de fecha y hora • Visualización de llamada/duración • 8 Tonos de timbre elegibles • 14 números de marcado rápido

	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de llamada entrante • Indicador de llamada en espera
CODEC	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 (64k bps) • G.729A/B (8K bps) • iLBC
CALIDAD DE VOZ	<ul style="list-style-type: none"> • Silence suppression • Cancelación de Eco Acústico (G.167) • Detección de Activación por Voz (VAD) • Comfort Noise Generation • Dynamic Jitter Buffer • Transmisor DTMF (SIP info, Transparente, RTC 2833 relay) • Ocultación de pérdida de paquetes, Packet Lost Concealment (PLC)
QOS CALIDAD DE SERVICIO	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1q • IEEE 802.1p • DiffServ (DSCP) • Full range VLAN ID Support
TONOS	<ul style="list-style-type: none"> • DTMF • Out of Band DTMF relay RFC-2833 • Local tone support (Dial, Ring, Ring back, Busy and related tones)
ASIGNACION IP	<ul style="list-style-type: none"> • IP Estático • DHCP • PPPoE
NAT	<ul style="list-style-type: none"> • IPSEC Pass Through • L2TP Pass Through • PPTP Pass Through • SIP ALG
NAT TRANSVERSAL	<ul style="list-style-type: none"> • STUN
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de teclas and LCD • Navegador Web • Telnet

ACTUALIZACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • TFTP • FTP • Servidor de Auto-provisionamiento
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> • 12 VDC 0.8 A (Adaptador de Energía Externa)
DIMENSIONES	<ul style="list-style-type: none"> • 303 x 185 x 85 mm
PESO	<ul style="list-style-type: none"> • 1570 Gramos (3.5 lb)
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • 5° a 40° C
HUMEDAD DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • 10% a 95% (no condensada)
CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • UL/cUL • CE

7.3.3 Adaptador de Teléfono Analógico RedVois R2-701

Son equipos IP innovadores que ofrecen un sistema rico en funcionalidad y una calidad de sonido magnífica. Son completamente compatibles con el estándar de la industria SIP y puede operar con muchos otros dispositivos SIP y software en el mercado (Figura 7.2).



Figura 7.2 Adaptador de Teléfono Analógico Handy Tone 286

7.3.3.1 Descripción

El Adaptador de teléfono analógico a VoIP, RedVois R2-701 está diseñado para trabajar con teléfonos analógicos ordinarios convirtiéndolo en teléfonos de VoIP. La figura 7.3 ilustra la apariencia de este adaptador.

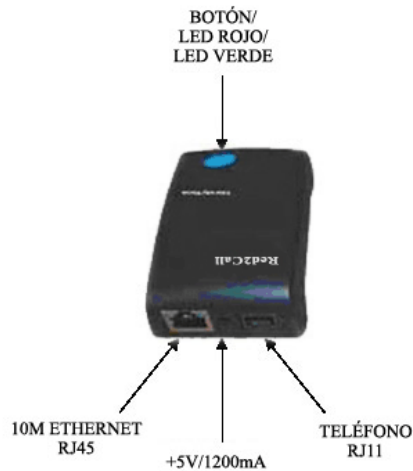


Figura 7.3 Adaptador RedVois R2-701

7.3.3.2 Características Claves

Entre las principales características del Adaptador RedVois R2-701 se pueden destacar las siguientes:

- Soporta los protocolos SIP 2.0, TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, HTTP, ICMP, ARP, DNS, DHCP, NTP/SNTP, TFTP
- Soporta IETF STUN
- Tecnología DSP (Advanced Digital Signal Processing) para asegurar una calidad de audio superior de alta fidelidad
- Puede operar con varios dispositivos SIP de otros fabricantes, Proxy/Registrar/Server y productos GW
- Control avanzado de almacenamiento de paquetes, para evitar pérdida y retraso en la comunicación
- Soporta codecs populares, incluyendo G.723.1 (5.3K/6.3K), G.729A/B, G.711 (alaw and u-law), G.726 (40K/32K/24K/16K), G.728 y iLBC
- Soporta las características de voz estándar como identificación de llamadas, llamada en espera, transferencia de llamadas, in-band y out-of-band DTMF

- Altavoz para manos libres, rediscado, historial de llamadas, control de volumen, indicador de correo de voz, tonos descargables, etc.
- Soporta supresión de silencio, VAD (Detección de Voz), CNG (Comfort Noise Generation), Cancelación de Eco (G.168), y AGC (Control de aumento automático)
- Soporta autenticación (MD5, MD5-sess)
- Provee fácil configuración a través de comandos con el teclado del teléfono o interfaz web
- Soporte para Capa 2 (802.1Q VLAN, 802.1p) y Capa 3 QoS (ToS, DiffServ, MPLS)

7.3.3.3 Especificaciones

Las especificaciones del Adaptador RedVois R2-701 se detallan a continuación en la tabla 7.3:

Tabla 7.3 Especificaciones del Adaptador RedVois R2-701

Modelo	R2-701
LAN interface	1xRJ45 10Base-T
Botón	1
LED	Verde y Rojo
Adaptador de corriente universal	Entrada: 100-240VAC Salida: +5VDC, 1200mA, UL certified
Dimensiones	65mm (W) 93mm (D) 27mm (H)
Temperatura de Operación	32 - 104oF 0 - 40oC
Humedad	10% - 95%

Cumplimiento	FCC/CE/C-Tick
--------------	---------------

7.3.3.4 Operaciones Básicas

RedVois R2-701 tiene almacenado un menú de comandos para una fácil navegación y configuración. Para entrar a este menú simplemente se debe levantar el auricular del teléfono y presionar el botón del RedVois R2-701; o levantar el auricular y marcar "****". La tabla 7.4 muestra cómo usar los diferentes comandos para configurar el dispositivo.

Tabla 7.4 Comandos del RedVois R2-701

Menú	Comandos	Opciones del usuario
Marcar '#' para el menú principal	"Opción de entrar al menú"	<ul style="list-style-type: none"> • Marque '*' para revisar la configuración del dispositivo; • Marque 01 - 06, o 99 para opciones del menú; • Marque '#' para regresar al Menú Principal
Marque '01' para configurar el modo DHCP	"Modo de IP estático", o "Modo de IP dinámico"	<ul style="list-style-type: none"> • Marque '9' para cambiar la selección. Si el usuario selecciona "Static IP Mode", el usuario debe configurar todas las direcciones IP a través del menú 02 y 05. Si el usuario selecciona "Dynamic IP Mode", el dispositivo obtendrá todas las direcciones IP del servidor DHCP automáticamente cuando se resetee el dispositivo.
Marque '02' para configurar la dirección IP del dispositivo	"Dirección IP "xxx.xxx.xxx.xxx"	Si está en modo de IP estático, ingrese la nueva dirección IP de 12 dígitos por ejemplo la dirección es "192.168.0.10", el usuario debe marcar " 192168000010"

Marque '03' para configurar la máscara de subred	"máscara de subred "	Ingrese la dirección de máscara de subred si se encuentra en el modo de IP estático, por ejemplo la dirección es "255.255.255.0", el usuario debe marcar " 255255255000" .
Marque '04' para configurar el gateway	"Gateway "	Ingrese la dirección IP del gateway si se encuentra en modo de IP estático.
Marque '05' para configurar el servidor DNS	"Servidor DNS"	Ingrese la dirección IP del servidor DNS si se encuentra modo IP estático.
Marque '06' para configurar el TFTP	"TFTP Server "	Ingrese la dirección IP del servidor TFTP El servidor TFTP se usa para la actualización del firmware del dispositivo.
Marque '47' para realizar una llamada directa a un IP	"Direct IP Calling"	Cuando marque '47', el usuario escuchará un tono de marcado, luego ingrese la dirección IP de 12 dígitos. Por ejemplo, el usuario quiere llamar a otro teléfono SIP con la dirección "192.168.0.011". El usuario debe marcar '47' y marcar '192168000011'.
Marque '86' para revisar mensajes de voz	"no hay mensajes de voz"; o "mensajes de voz pendientes "	Si hay mensajes de voz el usuario puede marcar '9' y marcar el número preconfigurado para revisar los mensajes de voz.
Marque '99' para resetear el dispositivo	"RESET"	Marque '9' para confirmar el RESET; o introduzca la dirección MAC para restaurar la configuración de fábrica
Marcar un	"Invalid Entry"	Automáticamente regresa al menú principal

número invalido		
--------------------	--	--

7.3.4 Realizar llamadas

Para Llamar a teléfonos o extensiones hay dos formas de hacerlo:

- Marque el número de la extensión directamente y espere por 5 segundos
- Marque los números directamente, y presione # (asumiendo que "#" está definido como tecla de llamada)

Otras funciones disponibles durante la llamada son: llamada en espera y transferencia de llamada.

Hacer llamadas usando direcciones IP: Las llamadas directas a IP permiten a dos teléfonos comunicarse sin un proxy SIP. Las llamadas VoIP pueden hacerse entre dos teléfonos si:

- Ambos el RedVois R2-701 ATA y el otro dispositivo VOIP (ej., otro RedVois R2-701 ATA u otro teléfono IP) tiene direcciones de IP públicas, o
- Ambos el RedVois R2-701 ATA y el otro dispositivo VOIP (ej., otro RedVois R2-701 ATA u otro teléfono IP) están en la misma red usando direcciones IP públicas o privadas, o
- Ambos el RedVois R2-701 ATA y el otro dispositivo VOIP (ej., otro RedVois R2-701 ATA u otro teléfono IP) pueden conectarse a través de un router usando direcciones IP públicas o privadas

Para realizar llamadas directas a IP, primero se levanta el auricular o se utiliza el altavoz del teléfono analógico, luego se ingresa al menú de comandos marcando "****" o presionando el botón del RedVois R2-701, y se marca "47" para ingresar al menú de

llamada IP, el usuario escuchará "Direct IP Calling" y un tono de marcado. Luego el usuario debe marcar los 12 dígitos de la dirección IP para hacer la llamada.

Si existe una parte para el nombre de usuario en la dirección a utilizar, como usuario@192.162.10.123, codifique el nombre de usuario (la tabla 7.5 presenta una lista de códigos), seguido por *3 (código por "@") y luego seguido por los 12 números de la dirección IP. Los puertos de destino también pueden ser especificados usando *4 (código para ":") seguido por el numero de puerto codificado.

Tabla 7.5 Lista de códigos

F	
00	0
01	1
02	2
03	3
04	4
05	5
06	6
07	7
08	8
09	9
*0	. (punto)
*1	_ (underscore)
*2	- (guion)
*3	@

*4	: (dos puntos)
21	A
22	B
23	C
31	D
32	E
33	F
41	G
42	H
43	I
51	J
52	K
53	L
61	M
62	N
63	O
71	P
72	Q
73	R
74	S
81	T
82	U
83	V
91	W

92	X
93	Y
94	Z

La regla de esta codificación es: "a" es la primera letra del botón "2" y su código sería "21", "b" es la segunda letra del botón "2" y su código sería "22" , "c" es la tercera letra del botón "2" y el código sería "23". Por el contrario "d" es la primera letra del botón 3 y su código sería "31". Esta regla aplica para los otros códigos alfabéticos. Por ejemplo:

Si la dirección IP es 192.168.0.160, el marcado sería:

Menú de voz opción 47, luego 192168000160 seguido de presionar "#" si está configurado como botón de envío o espere 5 segundos. En este caso, el puerto final del destino es 5060 si no se utiliza otro puerto específico.

Si la dirección IP y puerto son 192.168.1.20:5062, el marcado sería:

Menú de voz opción 47, luego 192168000160 *4 5062 seguido de presionar "#" si está configurado como botón de envío o espere 5 segundos.

Si la dirección es john@192.168.1.100:5062, el marcado sería:

Menú de voz opción 47, luego 51634262*3192168001100*45062 seguido de presionar "#" si está configurado como botón de envío o espere 5 segundos.

La tabla 7.6 muestra las opciones de llamadas:

Tabla 7.6 Opciones de llamadas

Número	Características
--------	-----------------

*70	No molestar, dará un tono de ocupado al llamar. Este ajuste será activado cuando el usuario cuelgue el teléfono.
*72	Transferencia de llamada incondicional. Para usar esta opción marque "*72" y escuche el tono, luego marque el número al cual va hacer la transferencia y cuelgue.
*73	Cancela la transferencia de llamada incondicional, marque "*73", escuche el tono de marcado y luego cuelgue.
*90	Transferencia de llamada cuando está ocupado, marque "*90" y escuche el tono, luego marque el número al cual va hacer la transferencia y cuelgue.
*91	Cancela la transferencia de llamada cuando está ocupado, marque "*91" y escuche el tono de marcado y luego cuelgue.
*92	Transferencia de llamada retrasada, marque "*92" y escuche el tono, luego marque el número al cual va hacer la transferencia y cuelgue.
*93	Cancela la transferencia de llamada retrasada, marque "*93" y escuche el tono de marcado y luego cuelgue.
Flash/ Hook	Cuando esté en conversación, esta acción intercambiara a la nueva llamada entrante si el usuario escucha el tono de llamada en espera. Cuando esté en conversación y no se escuche ningún tono de llamada en espera, esta acción cambiara a un nuevo canal para una nueva llamada

7.3.5 Indicadores de luz

A continuación se explican los patrones de luces:

LED ROJO: siempre informa un estado anormal en los siguientes casos:

- Fallo de DHCP o no hay cable WAN: parpadea cada 2 segundos (si el DHCP está configurado)

- iVoPhone-RJ501 falla en el registro: parpadea cada 2 segundos (si el servidor SIP está configurado)

LED VERDE siempre informa un estado anormal en los siguientes casos:

- Indicador de mensaje: parpadea cada 2 segundos
- Repique: parpadea cada 1/10 de segundos
- Intervalo de repique: parpadea cada 1 segundo

7.3.6 Patch cord 7ft cat-5e:

El cable UTP Cat5e mostrado en la figura 7.4 está diseñado para transmisión de datos a altas velocidades en soluciones LAN (Red de área local) bajo el estándar ANSI/TIA/EIA-568 B.2 Categoría 5e e ISO/IEC 11801.



Figura 7.4 Patch cord 7ft cat-5e

Sus principales características son las siguientes:

- Número de Pares: 4
- Conductores: 8
- AWG: 24
- Tipo: Sólido CM
- Alambre de Cobre

7.3.7 Switch: TPLINK TL-WR941ND

Las principales características del *Switch* TPLINK TL-WR941ND mostrado en la figura 7.5 son las siguientes:



Figura 7.5 Switch TPLINK TL-WR941ND

- 300M velocidad de transmisión inalámbrica
- Adopta MIMO, cuenta con tres antenas desmontables Omni direccionales proporcionando un mejor rendimiento inalámbrico, incluso, las tasas de transmisión, la estabilidad y cobertura
- CCA promueve el rendimiento inalámbrico de transmisión de alta en larga distancia y ambientes de alta interferencia
- QSS (Quick Secure Setup), cumple con WPS para los problemas de seguridad inalámbrica
- Compatible con 11g y equipos 11b, Intel Centrino, compatibilidad probada
- Soporta PPPoE, IP dinámica, IP y funciones de banda ancha estática
- Compatible con UPnP, DDNS, enrutamiento estático, VPN pass-through
- Soporta servidor virtual, aplicaciones especiales y DMZ host ideal para la creación de un sitio web dentro de su LAN
- Apoya el control de emisión SSID y control de acceso lista MAC
- Soporta WEP 64/128/152, cumple con 128 bits estándar WPA (TKIP / AES), apoya MIC, IV Expansión, autenticación de clave compartida, IEEE 802.1X
- Las características incorporadas de firewall IP, MAC, filtrado de URL flexible de los controles de acceso en línea y tiempo
- El servidor DHCP con IP automática y distribución de direcciones dinámicas
- La interfaz de usuario soporta actualizaciones de software WEB
- Soporta archivo de configuración de copia de seguridad y restauración

- Omni antenas direccionales desmontables
- Exterior elegante y se puede montar en una pared o colocarse sobre una mesa o escritorio

En la tabla 7.7 se detallan las especificaciones de software y hardware:

Tabla 7.7 Especificaciones de *software* y *hardware*

Especificación de software	
Normas	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Tarifas de señal inalámbrica con recuperación automática	11n: Hasta 300Mbps (dinámico) 11g: hasta 54Mbps (dinámico) 11b: hasta 11Mbps (dinámico)
Gama de frecuencias	2.4-2.4835GHz
Potencia de transmisión inalámbrica (MAX)	20dBm (máximo. PIRE)
Tecnología de modulación	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM
Sensibilidad del receptor	270 millones:-68dBm @ 10% PER 130 M:-68dBm @ 10% PER 108M:-68dBm @ 10% PER 54M:-68dBm @ 10% PER 11M:-85dbm @ 8% PER 6M:-88dBm @ 10% PER 1M:-90dBm @ 8% PER
Especificación de hardware	
Interfaz	4 puertos 10/100 LAN 1 puerto WAN 10/100M
Antena	3 dBi Omni Antena direccional desmontable X 3
Unidad de alimentación	Entrada: según país de venta Salida: 9VDC / 0.85A conmutación PSU
Temperatura de funcionamiento	0 ° C ~ 40 ° C (32 ° F ~ 104 ° F)

Temperatura de almacenamiento	-40 ° C ~ 70 ° C (-40 ° F ~ 158 ° F)
Humedad relativa del aire	10% ~ 90%, sin condensación
Humedad de almacenamiento	5% ~ 95% sin condensación

7.3.8 Servidor ASTERISK:

Las siguientes son las características del servidor ASTERISK:

- Procesador core2Quad
- 500G Disco duro
- 4G memoria
- Tarjetas FXO/FXS /E&M
- Soporta 250 llamadas concurrentes codificando con G.729

Los requisitos dependen directamente de:

- Las llamadas concurrentes (canales)
- Las conferencias y aplicaciones complejas simultáneas
- Las transcodificaciones necesarias (recodificación)
- Principalmente, Asterisk requiere de un microprocesador
- Como es difícil determinar con exactitud, es mejor apuntar alto para poder escalar

7.4 MONTAJE DEL PROTOTIPO

Para la implementación del prototipo fue necesario el peinado del rack a usar como se muestra en la figuras 7.6 y 7.7:



Figura 7.6 Peinado del Rack



Figura 7.7 Peinado del Rack

Se instaló en primera instancia el switch (figura 7.8), el cual se encargará de direccionar y repartir las conexiones LAN y WAN de la central (figura 7.9)



Figura 7.8 Instalación del switch



Figura 7.9 Conexiones LAN y WAN

A continuación se instaló la fuente de poder (figura 7.10), la cual alimenta los equipos de comunicación y la central. Se colocó una bandeja de teclado y de monitor (figura 7.11) la cual almacenará el teclado y la pantalla de la Central.



Figura 7.10 Fuente de poder



Figura 7.11 Instalación de bandejas

Se realizó las interconexiones troncales (Figura7.10) entre el servidor y el *switch* además de una conexión en cascada con el *switch* principal.

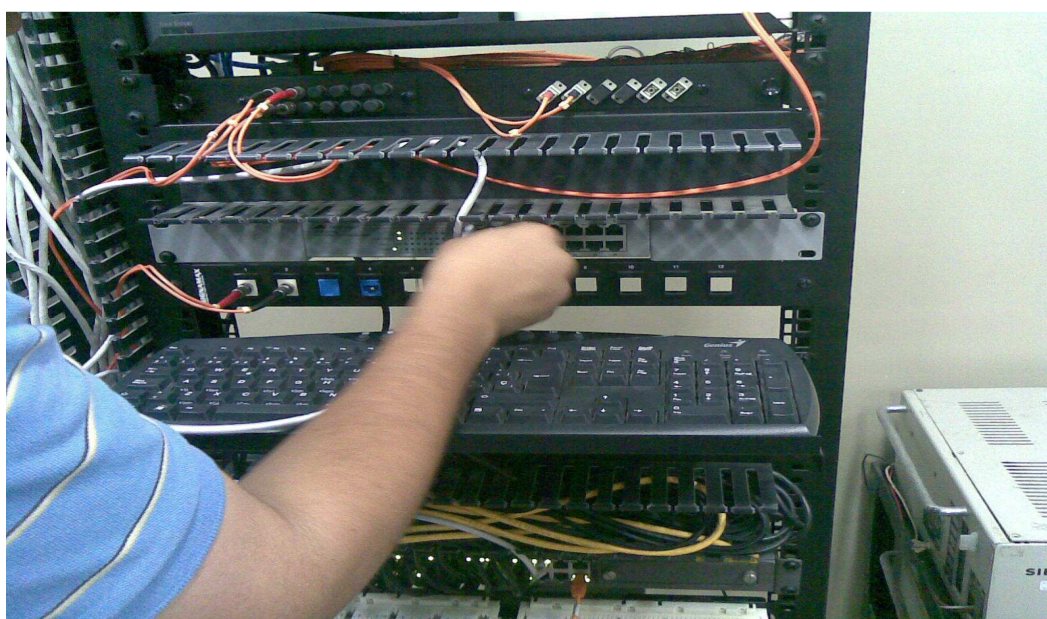


Figura 7.12 Interconexiones troncales

7.5 CONFIGURACION DE EQUIPOS TERMINALES

La configuración de cada uno de los equipos terminales respectivamente con su número de extensión ya previamente creada en la central por medio de ELASTIX se detalla a continuación en la figura 7.16 y en la tabla 7.8:

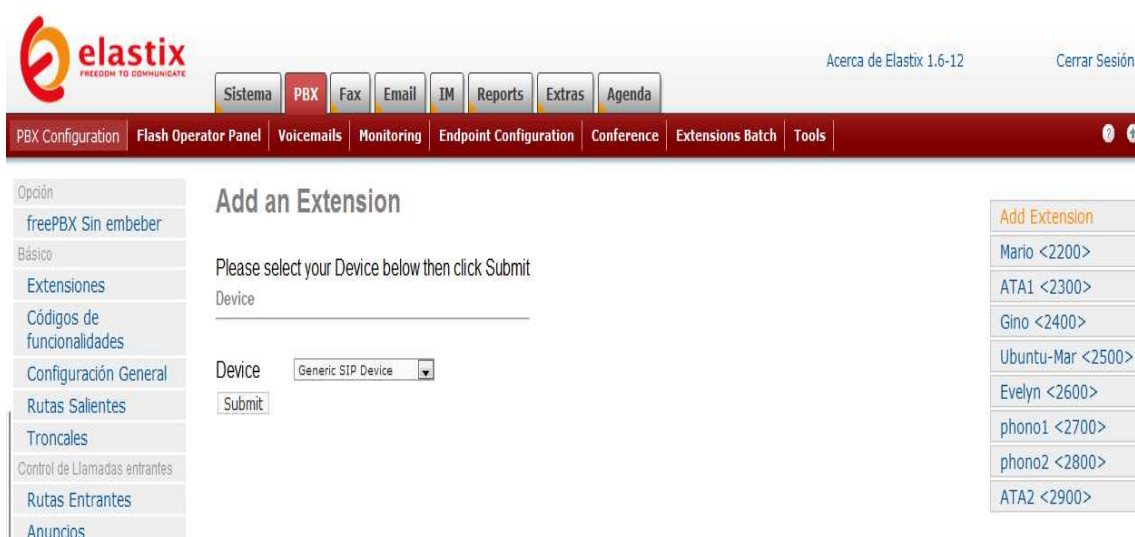


Figura 7.16 Muestra de la interfaz grafica ELASTIX con las extensiones creadas.

Tabla 7.8 Configuración de equipos terminales

EQUIPO TERMINAL	IP DE AUTENTICACION	MSK DE SUBRED	GATEWAY	EXTENSION
TELEFONO IP 1	192.168.0.151	255.255.255.0	192.168.0.1	2700
TELEFONO IP 2	192.168.0.152	255.255.255.0	192.168.0.1	2800
ATA 1	192.168.0.153	255.255.255.0	192.168.0.1	2300
ATA 2	192.168.0.154	255.255.255.0	192.168.0.1	2900

			1	
SOFTPHONE 1(MARIO)	192.168.0.155	255.255.255.0	192.168.0. 1	2500
SOFTPHONE 2(EVELYN)	192.168.0.156	255.255.255.0	192.168.0. 1	2400
SOFTPHONE 3(GINO)	192.168.0.157	255.255.255.0	192.168.0. 1	2600

7.5.1 Configuración de ATA:

ATA HT 496 con Elastix, permite una configuración sencilla con los siguientes pasos:

1. El ATA tiene 2 puertos FXO para 2 teléfonos análogos independientes y 2 puertos Ethernet, un LAN y un WAN, el LAN por defecto tiene la IP 192.168.2.1 y la WAN por defecto tiene dhcp
2. Para ingresar a la interfaz web, hay que colocar el cable de red en la interfaz de red LAN e ingresar a la web con la IP <http://192.168.2.1>, por supuesto tenemos que estar en ese rango para poder hacer la conectividad
3. La configuración por web se muestra en la figura 7.17 donde se configuran cada una de las extensiones con los mismos datos que se registran en la central telefónica

Grandstream Device Configuration

STATUS BASIC SETTINGS **ADVANCED SETTINGS**

End User Password: (purposely not displayed for security protection)

IP Address: dynamically assigned via DHCP (default) or PPPoE
(will attempt PPPoE if DHCP fails and following is non-blank)

PPPoE account ID:

PPPoE password:

Preferred DNS server: . . .

statically configured as:

IP Address: 192 . 168 . 0 . 154

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0

Default Router: 192 . 168 . 0 . 1

DNS Server 1: 0 . 0 . 0 . 0

DNS Server 2: 0 . 0 . 0 . 0

Time Zone: GMT-5:00 (US Eastern Time, New York)

Daylight Savings Time: No Yes (if set to Yes, display time will be 1 hour ahead of normal time)

Update Cancel Reboot

All Rights Reserved Grandstream Networks, Inc. 2005

Figura 7.17 Configuración del direccionamiento del convertidor ATA

En la configuración de la cuenta SIP se direcciona hacia el servidor el cual en el prototipo implementado tiene la IP 192.168.0.150, como se detalla en la tabla 7.9 y en la figura 7.18:

Tabla 7.9 Direcciones IP

SIP user ID:	Extensión configurada en la central	ej : 2900
Authenticate ID:	ID de autenticación en la central	ej: 2900

Grandstream Device Configuration

STATUS BASIC SETTINGS **ADVANCED SETTINGS**

Admin Password: (purposely not displayed for security protection)

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

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

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

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

Authenticate Password: (purposely not displayed for security protection)

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

Advanced Options:

Preferred Vocoder: (in listed order)

choice 1:

choice 2:

choice 3:

choice 4:

choice 5:

choice 6:

choice 7:

G723 rate: 6.3kbps encoding rate 5.3kbps encoding rate

iLBC frame size: 20ms 30ms

iLBC payload type: (between 96 and 127, default is 97)

Silence Suppression: No Yes

Figura 7.18. Configuración SIP convertidor ATA

4. Después hay que guardar los cambios pulsando en el botón *update* y luego *reboot*.
5. Por último hay que conectar el cable de red en el puerto WAN, este deberá captar una IP por el DHCP y registrarse en el servidor ASTERISK, un signo de que el registro se ha efectuado es que el LED que parpadea en rojo dejó de aparecer, luego se levanta el teléfono análogo y se llama a un anexo.

7.5.2 Configuración de teléfonos IP D-LINK

Para la configuración de teléfonos IP D-LINK se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se conecta la fuente de poder y el puerto LAN de teléfono en la PC para su respectiva configuración. Figura 7.19

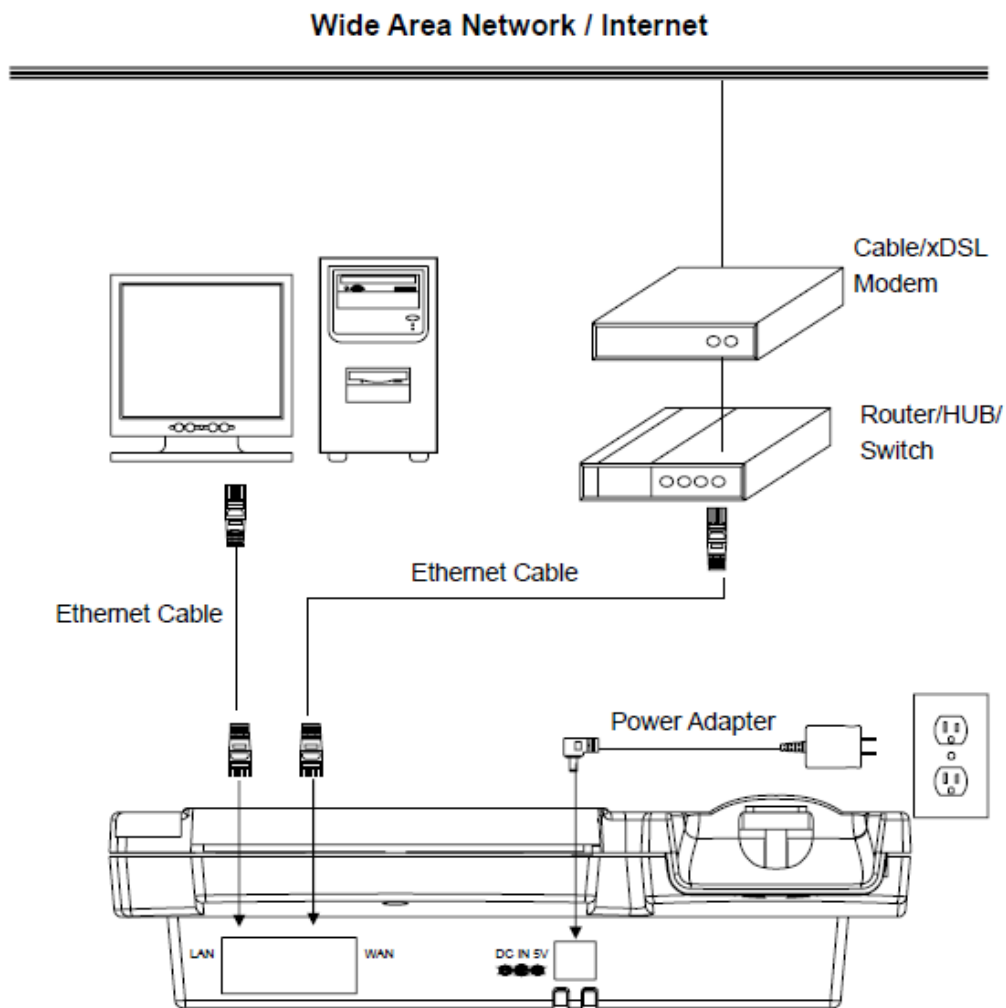


Figura 7.19. Conexiones físicas del teléfono IP D-LINK

2. La forma de configurarlo es muy similar a la de los equipos ATA ya que se tiene que ingresar por medio de la web para su configuración (tiene también como opción la configuración desde la pantalla del teléfono). Como se ve en la Figura 7.20:

D-Link

DPH-150S // SISTEMA **RED** VOIP AVANZADO REGISTRO DE LLAMADA

Configuración de Red
Configuración QoS
Configuración NAT Traversal
NAT

DHCP / PPPoE / IP ESTÁTICA

DHCP PPPoE IP Estática

Dirección IP : 192.168.0.152
Router IP : 192.168.0.1
Máscara de Subnet : 255.255.255.0

CONFIGURACION DNS

Servidor DNS 1 :
Servidor DNS 2 :

DIRECCION MAC

Dirección MAC WAN : 00.1E.58.F7.C5.49
Dirección MAC LAN : 00.1E.58.F7.C5.4A

LAN PORT SETTING

LAN Speed : 100 Mbps

Enviar Resetear

Figura 7.20. Configuración web del direccionamiento IP

En la configuración de la cuenta SIP se utiliza el puerto telefónico 5060 respectivamente, nuevamente se direcciona la cuenta al servidor y con los mismos datos de la extensión que fue configurada en la central para que su registro sea efectivo (Figura 7.21).

D-Link					
DPH-150S ///	SISTEMA	RED	VOIP	AVANZADO	REGISTRO DE LLAMADA
Configuracion SIP	CONFIGURACION TELEFONO SIP				
Configuracion Cuentas SIP	Numero de Puerto Telefono SIP : 5060 [1024 - 65535]				
	SERVIDOR DE REGISTROS				
	Direccion IP / Nombre de Dominio del Servidor de Registros : 192.168.0.150				
	Numero de Puerto del Servidor de Registros : 5060 [1024 - 65535]				
	Tiempo de Expiracion de Autenticacion : 3600 seg. (Defecto: 3600 segs.)[60 - 9999]				
	SERVIDOR PROXY OUTBOUND				
	Direccion IP / Nombre de Dominio Proxy Outbound :				
	Numero de Puerto Proxy Outbound : 5060 [1024 - 65535]				
	Envio de mensajes via Proxy Outbound : <input checked="" type="radio"/> Deshabilitado <input type="radio"/> Habilitado				

Figura 7.21. Configuración del direccionamiento del convertidor ATA

7.5.3 Configuración de *softphones*:

Ya que los *softphones* también son *opensource* descargamos dos de ellos para las pruebas respectivas: uno de ellos es el X-LITE, en el cual solo de agrega en la configuración SIP la extensión de autenticación con los mismos datos con el cual fue configurada la extensión en la central.

Para la configuración del *softphone* solo es necesario conocer el *User Name*, el *password* y el dominio o dirección IP de la central telefónica y después con solo presionar “ok” en el caso del *softphone* X-lite (Figura 7.22) o *Register* en el caso de Zoiper (Figura 7.23), el *softphone* se registrará directamente en la central Asterisk, permitiéndole de esta manera disfrutar de los beneficios de la misma.

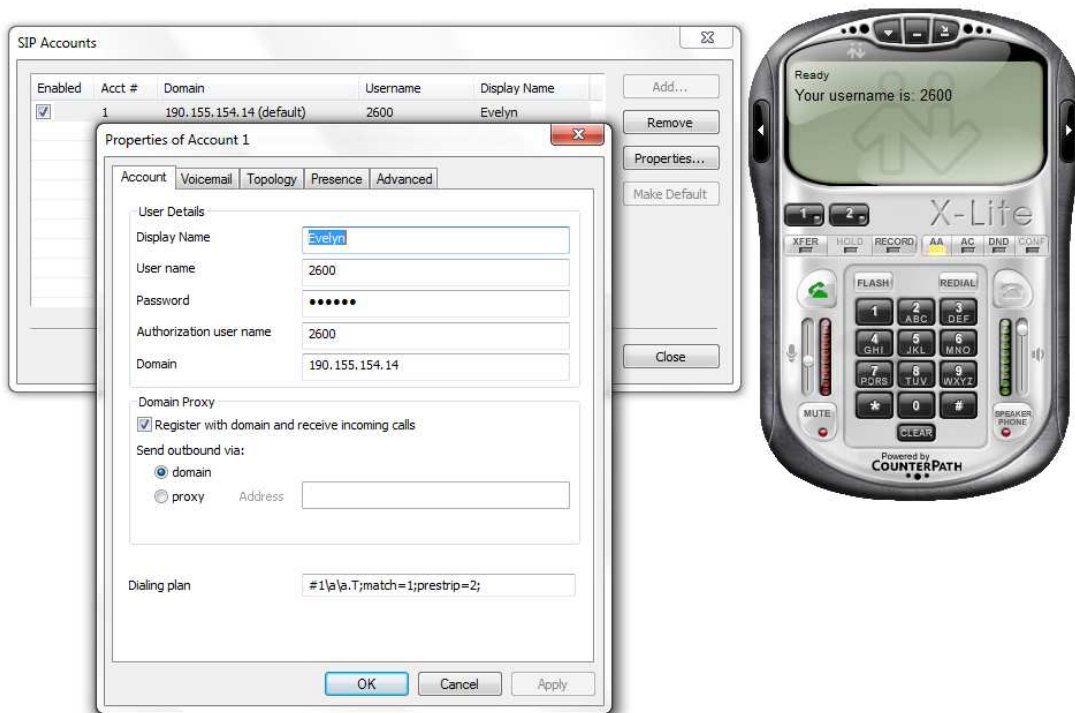


Figura 7.22. Softphone X-LITE



Figura 7.23. Softphone ZOIPER

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es impresionante la cantidad de funciones que Asterisk proporciona, para este proyecto solo se utilizó las más básicas, pero al investigar sobre el tema, se puede observar que tiene todo lo necesario para ser una PBX (o muchas otras cosas) de alto rendimiento.

Asterisk crece de manera rápida, y cada vez se van agregando más funciones a través del CVS, los distintos desarrolladores a través del mundo agregan nuevos códigos o parches cada día. Esto hace que sea el entorno ideal para empresas de todo tipo, que quieran una solución óptima para telecomunicaciones, ya que puede trabajar desde un simple servidor de Voz sobre IP hasta una compleja PBX conectada a la PSTN.

Es un software complejo, su configuración no es de las más simples, pero luego de tratar de entender lo más básico, no se hace tan complicado. Esto se debe a la gran cantidad de información que se encuentra en Internet, el proyecto asterisk consta de una excelente documentación en el sitio: <http://www.asteriskdocs.org>, también existen respuestas a las preguntas frecuentes (FAQ), y textos escritos por terceros.

También se nota la gran portabilidad del software, en la página de Asterisk, se dice que es la PBX para Linux, pero también funciona en la mayoría de las plataformas Unix, por ejemplo, FreeBSD o NetBSD.

Se mostró de una manera fácil y sencilla para cada uno de quienes realizaron este trabajo, ya que el acceso web a la interfaz gráfica de la central nos da el privilegio de poder realizar cualquier cambio en la misma de una manera remota.

Se pudo verificar con este prototipo que un mismo servidor nos permite acceder a varios servicios (comunicación por voz, correo electrónico, etc.) en cualquier lugar en el equipo terminal se encuentre y que el mismo puede coexistir con el sistema de comunicaciones antiguo.

También por medio de la interfaz gráfica ELASTIX se puede visualizar todos los detalles de la llamada ya que los mismos son registrados, presentados en su pantalla en Tiempo Real y almacenados en una Base de Datos.

Otra excelente característica es la gran cantidad de protocolos que soporta, y la variedad de usos que se le puede dar, con esto se puede amoldar a cualquier situación real dentro de una empresa o institución.

Todo este conjunto de cualidades, ya sean técnicas, de documentación o portabilidad, hacen de Asterisk una aplicación de excelente calidad, y una alternativa real para soluciones de alto nivel.

GLOSARIO :

A

AAA: Authentication, Authorization y Accounting, funciones de Autenticación, Autorización y cobro

ACF: Admissions Confirm

API: pieza de software del IOS de Cisco

ARQ: Admissions Request

ARQ/ACF/ARJ: funcionalidad del gatekeeper, a autorización de acceso a LAN, autorización de llamada y ancho de banda.

ASN.1: Abstract Syntax Notation One, Notación Sintáctica Abstracta 1

ATM: Asynchronous Transfer Mode, Modo de transferencia asincrónica

B

Backbone: se refiere a las principales conexiones troncales de internet.

BMU: Bandwidth Management Unit

BRQ/BRJ/BCF: Control de ancho de banda mediante mensajes.

C

CARRIER-GRADE: se refiere a un grado o nivel de calidad y de prestaciones equiparable al que ofrecen las empresas dedicadas al transporte (carriers), en este caso, de datos, voz etc

CDR: Call Detail Records, Discos Compactos Grabados.

CNAME: Canonical Name

CQ: Custom Queuing, Asigna un porcentaje del ancho de banda disponible.

CorNet-IP: Protocolo propiedad de Siemens

CRC-6: es un código de detección de errores.

CVS: es una aplicación informática que implementa un sistema de control de versiones: mantiene el registro de todo el trabajo y los cambios en los ficheros (código fuente principalmente) que forman un proyecto (de programa) y permite que distintos desarrolladores (potencialmente situados a gran distancia) colaboren.

D

DCF: Delete Confirm

DiffServ: Evita tablas de encaminados intermedios y establece decisiones de rutas por paquete.

Dial plan: es un sistema que permite a los usuarios llamarse unos a otros por medio de un número telefónico.

DNIS: Dialed Number Identification Service, Número de identificación marcados Servicio

DNS: Domain Name Server, sistema de nombre de dominio

DRQ: Delete Request

DSS1: Digital Subscriber el sistema de señalización N ° 1.

DTMF: Dual-Tone Multi-Frequency, Sistema Multifrecuencial. Multifrecuencia de doble tono, sistema de marcación por tonos, también llamado sistema multifrecuencial.

E

ETSI: European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones

ETF: Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet

E&M : Se denomina a un tipo de señalización telefónica, utilizado entre conmutadores analógicos de circuitos telefónicos.

F

FXO/FXS: Foreign Exchange Office/Station

FoIP: Fax sobre IP

FTP: Protocolo de Transferencia de Archivos

FTP: Protocolo de Transferencia de Archivos

G

GW: Gateway
GK: Gatekeeper
GRQ: Gatekeeper Request
GCF: GK Confirmation
GRJ: GK Reject
GKTMP: Gatekeeper Transaction Message Protocol
GKMPU:
GW: Gateway

H

HDLC: High-Level Data Link Control, Control de Enlace de Datos de Alto Nivel.
HTTP: Hypertext Transfer Protocol, protocolo de transferencia de hipertexto
H.323: Protocolo definido por la ITU-T

I

IAX: Inter-Asterisk eXchange protocol. Protocolo original para la comunicación entre PBXs Asterisk
IAX2: Protocolo para la comunicación entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX
Ie: El factor de deterioro.
IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos
IGMP: Internet Group Management Protocol
IP: Internet Protocol, Protocolo de internet
IPsec: IP con seguridades
IPv6: Internet Protocol versión 6.
IRQ: Information Request
IRR: Information Response
ISUP ISDN: User Part, de la suite de protocolos de señalización telefónica SS7

ISUP: Parte usuario RDSI (ISUP) define el protocolo y los procedimientos utilizados para crear, gestionar y liberar circuitos troncales que llevan a llamadas de voz y datos a través de la PSTN.

ISO: International Organization for Standardization, Organización Internacional para la Estandarización

ITU-T: The Telecommunication Standardization Sector, Sector de Normalización de las Telecomunicaciones

J

Jingle: Protocolo abierto utilizado en tecnología Jabber

L

LAN: Local Area Network, Red de Area Local

LCF: Location Confirmation

LDAP: Lightweight Directory Access Protocol, Protocolo Ligero de Acceso a Directorios,

LRQ: Location Request

M

MCU: Unidad de Control Multipunto

MFC-R2: MFC/R2 se utilizó originalmente para proporcionar registro para registrar la señalización a través de cobre cableado analógico a una velocidad más alta que había sido posible con marcado por pulsos.

MGCP: Media Gateway Control Protocol.

MGC: Media Gateway Controller o Softswitch.

MGCP : Media Gateway Control Protocol

MGCP: Media Gateway Control Protocol, Protocolo de control de pasarela de medios

MIB: Management Information Base, La Base de Información Gestionada

MPEG-4: Moving Picture Experts Group 4

MTP: Media Transfer Protocol, es un conjunto de extensiones a PTP (Picture Transfer Protocol).

MiNet: Protocolo propiedad de Mitel

P

PBX: Private Branch Exchange, Central Telefónica Digital

PLC: Packet Loss Concealment, Pérdida de paquetes Encubrimiento

PPP: Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto

PQ: Priority Queuing, Establece prioridad en las colas.

PSTN: Public switched telephone network, Red pública de telefonía conmutada

Q

QoS: Quality of service, Calidad de servicio

Q.931: Q.931 es un protocolo de capa 3, usado principalmente para el establecimiento de llamada RDSI, mantenimiento y liberación de conexiones de red entre dos DTE en el canal D.

R

RADIUS: Remote Authentication Dial-In User Server.

RAS: Remote Access Service, Servicios de acceso remoto

RCF: Registration Confirmation

RIP: Routing Information Protocol, Protocolo de encaminamiento de información

RIP: Request in Progress

RTP/RTCP: Real-time Transport Protocol, Protocolo de Transporte de Tiempo Real.

RRQ: Registration Request

RRJ: Registration Reject

RSVP: protocolo de reserva de recursos.

RTCP: Real time control protocol

RTP-HC: Real-Time Protocol - Header Compression

S

SCCP: Skinny Client Control Protocol

SGCP: Simple Gateway Control Protocol, Protocolo de control de puerta de enlace simple

SIP: Protocolo de Inicio de Sesiones.

SNMP: Simple Network Management Protocol, El Protocolo Simple de Administración de Red

SS7: Signaling System #7. Señalización # 7

SIP: Session Initiation Protocol, Protocolo de inicio de sesiones

Skype: Protocolo propietario peer-to-peer utilizado en la aplicación Skype.

Softphone: es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales usando un VSP.

T

TCAP: Capacidad transaccional del componente de aplicación (TCAP)

TCP: Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión

TDM: Time-division multiplexing, Acceso múltiple por división de tiempo

ToIP: Text-over-IP

ToS: Type of Service

TPV: Terminal punto de venta

U

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UDP: User Datagram Protocol, Protocolo de datagrama de usuario

URF: Unregister Confirmation

URL: Uniform Resource Locator, Un localizador uniforme de recursos

URQ: Unregister Request

V

VSM: VoIP Service Manager

VAD: detección de actividad de voz

VoIP: Voice over Internet Protocol, Voz sobre Protocolo de Internet

Voicemail: es un sistema centralizado de manejo de mensajes telefónicos para un gran grupo de personas. Permite a los usuarios recibir, almacenar y gestionar mensajes de voz de las personas que le llaman cuando se encuentra ausente o con la línea ocupada.

W

WAN: Wide Area Network, Red de area amplia.

WFQ: Weight Fair Queuing, Se asigna la prioridad al tráfico de menos carga.

WeSIP: Protocolo licencia gratuita de VozTelecom.

BIBLIOGRAFIA

Libro: Asterisk Hacking, Ben Jackson aka Black Ratchet, Champ Clark III aka da Beave

Libro: Practical VoIP Security, By Thomas Porter.

<http://www.telefoniavoip.es> (Portal español sobre VOIP)

<http://www.sipfoundry.org/sipX> Aplicación PBX de software libre.

http://wiki.gnutelephony.org/index.php/GNU_Bayonne Aplicación PBX del proyecto GNU.

<http://www.asteriskdocs.org/> Página principal de documentación de Asterisk

<http://www.asterisk.org> (Sitio oficial de Asterisk)

<http://www.voip-info.org/wiki> Asterisk Wiki sobre Asterisk

Periódico COMPUTERWORLD Venezuela, Año 1995, Número 11, Págs: 10-12.

Elastix_User_Manual_Spanish_0.9-alpha.pdf

ElastixBook-Comunicaciones_Unificadas_con_Elastix_Beta.pdf

ASTERISK-EL_MANUAL.pdf