

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS

TITULO DE PROYECTO DE TITULACION:

**INSTALACION Y CONFIGURACION DE UN SISTEMA INTEGRADO
DE TELEFONIA IP EN LA ESTACION SANTO DOMINGO
EPPETROECUADOR**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE TECNOLOGO EN
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

GEOVANNY RAUL VILLOTA LOACHAMIN

geovanny_villota20@hotmail.com

DIRECTOR: ING. DANILO ASQUI G.

danilo.asqui@epn.edu.ec

Quito, mayo 2013

DECLARACION

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

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

Geovanny Villota

CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por GEOVANNY RAUL VILLOTA LOACHAMIN bajo nuestra supervisión.

Ing. Danilo Asqui G.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Carlos Arcos M.

CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mi Santísima Virgen por estar siempre conmigo dándome la paciencia y la fortaleza necesaria para seguir adelante en las adversidades, llegando a cumplir con mis objetivos y metas propuestas.

A mis padres por todo su esfuerzo, dedicación, preocupación y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por ser un ejemplo de lucha y constante superación, por enseñarme que cuando el cansancio agobia es cuando más se debe insistir.

A mi hermana, por ser un soporte y pilar en mi vida.

A Ana por estar en mi vida apoyándome incondicionalmente con mucho cariño y amor, dándome ánimos, fuerzas y su tiempo para culminar mi proyecto y una etapa más de mi vida.

A EPPETROECUADOR, por haberme proporcionado toda la información para realizar mi proyecto de titulación, y en especial a todas las personas que integran el Área de Infraestructura y Comunicaciones ZONA NORTE.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo al Ingeniero Danilo Asqui por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su amistad, por su tiempo, sus consejos.... simplemente gracias.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo amor y cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada una meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

INTRODUCCION

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permiten la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP.

Si a todo lo anterior se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías puede llevar consigo, la conclusión es clara: La VoIP (Voice Over Internet Protocol), la tecnología que le permite al usuario tener voz y datos en una sola infraestructura de comunicaciones. Y de ahí aprovechar las nuevas funcionalidades que se obtienen a través de la Telefonía IP.

El desarrollo de la integración de servicios se da principalmente gracias a la introducción de los sistemas LINUX, los cuales ofrecen una amplia variedad de servicios de red en una misma plataforma. Como respuesta a este abrumador crecimiento de equipos basados en LINUX, las marcas convencionales de equipo de internetworking han buscado soluciones orientadas a integración de servicios, la solución que ofrece CISCO integra servicios en sus equipos de enrutamiento.

El presente proyecto está enfocado en la instalación y configuración del router de servicios integrados CISCO 3825, llamado CISCO CALL MANAGER, existiendo dos tipos de versiones, la versión EXPRESS orientada a las pequeñas y mediana empresas, y la versión ENTERPRISE orientada a grandes empresas, en nuestro caso la versión EXPRESS adquirido previamente por la EPPETROECUADOR para el enrutamiento de datos.

RESUMEN

El presente proyecto describe el funcionamiento, procedimientos y fundamentos teóricos necesarios para la instalación y configuración de un Sistema Integrado de Telefonía IP utilizando el router de servicios integrados CISCO 3825. Para lo cual se ha dividido en 5 capítulos este trabajo, los cuales se detallan a continuación:

El capítulo 1, es un resumen del funcionamiento de VoIP y telefonía IP, fundamento de las redes convergentes, descripción del proceso de transmisión de la voz sobre el IP, diferencia entre VoIP y telefonía tradicional, descripción de las arquitecturas de la telefonía IP, descripción de las arquitecturas de telefonía IP, protocolos de transporte, de control y señalización de la voz.

El capítulo 2, detalla el estado de la red actual de la estación Santo Domingo EPPETROECUADOR, en cuanto a la infraestructura WAN, infraestructura LAN, infraestructura telefónica existente. También se presentan los requerimientos y expectativas para los servicios de voz de la empresa y para las características del sistema, como el dimensionamiento de la red de telefonía IP.

El capítulo 3, desarrolla la implementación de la telefonía IP, se explica todo el proceso necesario para la realización de la configuración del Router CISCO 3825, considerando las configuraciones básicas, configuraciones para la funcionalidad de Call Manager Express y la configuración de ATA 187 CISCO, softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1, teléfonos Cisco IP7945.

El capítulo 4, describe las pruebas realizadas y se presentan los resultados de las mismas.

El capítulo 5, contiene todas las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

INDICE

	Pág.
Declaración	i
Certificación	ii
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Introducción	v
Resumen	vi
Índice	vii

CAPÍTULO I

	Pág.
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 REDES CONVERGENTES.....	2
1.2 VOZ SOBRE IP.....	3
1.2.1 Definición.....	3
1.2.2 Funcionamiento.....	3
1.2.2.1 Digitalización.....	4
1.2.2.2 Compresión.....	5
1.2.2.3 Paquetización.....	6
1.2.3 Protocolos de señalización.....	6
1.2.3.1 H.323.....	6
1.2.3.1.1 Arquitectura H.323.....	7
1.2.3.1.1.1 Protocolos usados por H323.....	10

1.2.3.1.1.2 Establecimiento de una Llamada H.323.....	11
1.2.3.2 SIP.....	15
1.2.3.2.1 Mensajes SIP.....	16
1.2.3.2.2 Comparación entre protocolos de señalización.....	18
1.2.4 SCCP (Skinny Client Control Protocol).....	19
1.2.5 CODECS.....	19
1.2.6 Retos técnicos de la integración de voz a las redes de datos.....	21
1.2.6.1 Pérdidas de Paquetes.....	21
1.2.6.2 Retardo de Paquetes.....	23
1.2.6.3 Variaciones en el Retardo.....	25
1.2.6.4 Calidad de Servicio.....	25
1.3 TELEFONÍA IP.....	26
1.3.1 CLASES DE TELEFONÍA IP.....	26
1.3.1.1 Telefonía IP Privada.....	26
1.3.1.2 Telefonía IP por Internet.....	27
1.3.1.3 Telefonía IP Pública.....	28
1.3.2 TELEFONÍA IP VS. TELEFONÍA TRADICIONAL.....	28
1.3.2.1 Funcionamiento de una Llamada Típica en un Sistema de Telefonía Convencional.....	28
1.3.2.2 Funcionamiento de una Comunicación mediante Telefonía IP entre Dos Teléfonos.....	29
1.3.3 Ventajas y desventajas de la telefonía IP.....	31
1.3.3.1 Ventajas de la Telefonía IP.....	31
1.3.3.2 Desventajas de la Telefonía IP.....	33
1.4 ARQUITECTURA DE UNA RED DE TELEFONÍA IP.....	34

1.4.1 Terminales.....	34
1.4.1.1 Teléfonos IP.....	34
1.4.1.1.1 Cisco Unified IP Phone 7945G.....	35
1.4.1.1.1.1 Descripción del producto.....	35
1.4.1.2 Softphone.....	35
1.4.1.2.1 Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1.....	36
1.4.1.3 ATA.....	36
1.4.1.4 Router.....	37
1.4.1.5 Switch	37
1.4.1.6 Gatekeepers.....	39
1.4.1.7 Gateway....	39
1.4.1.7.1 Tarjetas FXO.....	40
1.4.1.7.2 Tarjetas FXS.....	40

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL, ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS.....	41
2.1 INTRODUCCIÓN.....	42
2.2 RED WAN DE LA REGIONAL NORTE.....	42
2.2.1 Subneteo e Interfaces de la Red WAN.....	44
2.2.2 Protocolo de enrutamiento.....	45
2.3 TERMINAL SANTO DOMINGO.....	46

2.3.1 Red LAN de la estación Santo Domingo.....	46
2.3.2 Equipos de la red de Santo Domingo.....	48
2.3.3 Direccionamiento.....	48
2.3.3.1 Rango de Direcciones IP.....	49
2.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES.....	50
2.4.1 Funcionamiento de la Telefonía en Santo Domingo.....	50
2.5 REQUERIMIENTOS.....	53
2.5.1 Dimensionamiento de Equipos	53
2.5.1.1 Routers.....	53
2.5.1.1.1 Características.....	53
2.5.1.2 Tarjetería.....	54
2.5.1.2.1. Telefonía Analógica.....	54
2.5.1.2.1.1 FXO (Foreign Exchange Office)	55
2.5.1.2.1.2 FXS (Foreign Exchange Station)	55
2.5.1.3 Switches.....	55
2.5.1.3.1 Características.....	55
2.6. MODELOS DE EQUIPOS.....	56
2.6.1. ROUTERS CISCO 3825 CALL MANAGER EXPRESS (CCME).....	56
2.6.1.1 Funcionamiento.....	57
2.6.1.2 Códecs.....	57
2.6.1.2.1 G.711.....	58
2.6.1.2.2 G.729.....	58
2.6.1.3 DSP Digital SignalProcessor (Procesador Digital de Señal).....	58
2.6.1.4 Dial Peers.....	58

2.7 TELEFONO IP 7945G.....	59
----------------------------	----

CAPÍTULO III

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP.....	61
3.1. MODELO DE CONFIGURACIÓN ROUTERS.....	62
3.1.1 Configuraciones básicas.....	64
3.1.1.1 Nombre del Equipo.....	64
3.1.1.2 Mensaje de acceso.....	64
3.1.1.3 Deshabilitación de resolución de nombres.....	65
3.1.1.4 Configuración de autenticación.....	65
3.1.1.4.1 Contraseña de enable.....	65
3.1.1.4.2 Usuarios con acceso al equipo.....	65
3.1.1.4.3 Autenticación de la línea de consola.....	66
3.1.1.4.4 Acceso remoto con SSH y autenticación.....	66
3.1.1.4.5 Configuración Clock.....	67
3.1.1.5 Configurar DHCP en router Cisco.....	68
3.1.1.6 Configuración de Interfaces.....	69
3.1.1.7 Enrutamiento.....	69
3.1.1.7.1 Rutas Estáticas por Defecto.....	69
3.1.1.7.2 Vlan.....	69
3.2 TELEFONÍA CISCO	70
3.2.1 Configuración de SCCP.....	70
3.2.2 Configuración de SIP.....	71
3.2.3 Configuración de las tarjetas analógica FXS y FXO.....	72

3.2.4 CONFIGURACION DEL DIAL-PEERS.....	76
3.2.4.1 Clase Configuración de Restricciones (COR).....	76
3.2.5 Configuración de Extensiones.....	85
3.2.5.1 Configuración teléfono.....	86
3.2.5.2 Configuración softphone.....	86
3.2.5.3 Configuración ATA.....	86
3.2.6 Configuración de DSP para transcoding.....	87
3.3 MODELO DE CONFIGURACIÓN SWITCH	88
3.4 Instalación del CISCO IP COMMUNICATOR 2.1.....	99
3.4.1 Configuración del Cisco IP Communicator.....	102
3.5 CONFIGURACIONES FÍSICAS.....	105
3.5.1 ELEMENTOS DEL PROTOTIPO.....	106
3.5.2 Instalación del prototipo en el cuarto de telecomunicaciones de la estación Santo Domingo.....	109
3.5.2.1 Conexión física del router cisco 3825 con el switch omniswich 6850-24L.....	109
3.5.3 Configuración física ATA 187 CISCO.....	111
3.5.3.1 Conexiones de Cisco ATA Panel Trasero.....	111
3.5.3.2 Configuración DHCP.....	112
3.5.4 Instalación teléfonos Cisco IP7945G.....	114
3.5.4.1 Conexiones de teléfonos Cisco IP7945G Panel Trasero.....	114
 CAPÍTULO IV	
4.1 PRUEBAS REALIZADAS.....	118

4.1.1 Conectividad IP.....	119
4.1.1.1 Verificación de las interfaces del router	120
4.1.2 Concesión de Extensiones telefónicas.....	120
4.1.3 Establecimiento de llamadas.....	121

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
5.1 CONCLUSIONES	124
5.2 RECOMENDACIONES.....	126

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

FIGURA	Pág.
1.1 Red Convergente.....	2
1.2 Funcionamiento de VoIP.....	4
1.3 Componentes de la Arquitectura H.323.....	7
1.3.1 Terminales H.323.....	8
1.3.2 Funcionamiento de un gateway de voz.....	8
1.3.2.1 Gateway H.323.....	9
1.3.3 Unidad de Control Multipunto.....	9

1.3.4 Gatekeeper H323.....	10
1.4 Fases de una llamada H.323.....	14
1.5 Mensajes para establecer una sesión en el protocolo SIP.....	17
1.6 Calidad de la voz en función de la tasa de pérdidas.....	22
1.7 Retardos en VoIP.....	24
1.8 Esquema de Telefonía IP privada.....	27
1.9 Esquema de Telefonía IP por Internet.....	27
1.10 Esquema de Telefonía IP pública.....	28
1.11 Cisco Unified IP Phone 7945G.....	35
1.12 Cisco IP Communicator.....	36
1.13 ATA 187	37
1.14 CISCO 3825.....	37
1.15 Alcatel-LucentOmniSwitch OS6850-24.....	38
1.16 Tarjeta FXO.....	40
1.17 Tarjeta FXS.....	40

CAPITULO II

FIGURA	Pág.
2.1 Red Frame Relay de EPPETROECUADOR Regional Norte.....	43
2.2 Red de Voz y Datos de Santo Domingo.....	47
2.3 Funcionamiento de la Telefonía Santo Domingo.....	52

CAPITULO III

FIGURA	Pág.
3.1 Creación de una nueva conexión en el Hipertermia	62
3.2 Asignación del puerto COM1.....	63
3.3 Establecer las propiedades de COM1.....	63
3.4 Instalador del Cisco IP Communicator.....	99
3.5 Preparando la Instalación del Cisco IP Communicator.....	99
3.6 Asistente de instalación.....	100
3.7 Términos de licencia.....	100
3.8 Proceso de Instalación.....	101
3.9 Finalización del asistente.....	102
3.10 Ventana del asistente para ajuste de audio	102
3.11 Ventana Select Audio Devices.....	103
3.12 Ventana Adjust the Listening Volume.....	103
3.13 Ventana Adjust the Microphone Volume.....	104
3.14 Mensaje informativo.....	104
3.15 Configuración del servidor TFTP é Interfaz a utilizar.....	104
3.16 Inicio del Cisco IP Communicator.....	105
3.17 Router Cisco 3825 vista frontal.....	106
3.18 Router Cisco 3825 vista posterior.....	106
3.19 Switch Cisco 3560.....	106
3.20 Teléfono CISCO IP7945G.....	107
3.21 Teléfono Análogo.....	107
3.22 ATA 187 CISCO.....	108

3.23 Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1.....	108
3.24 Prototipo Completo.....	109
3.25 Instalación del prototipo en el cuarto de telecomunicaciones.....	109
3.26 Router Cisco 3825.....	110
3.27 SwitchOmniswich 6850-24L.....	110
3.28 Conexiones Router- Switch.....	111
3.29 Panel Trasero Conexiones Cisco ATA.....	112
3.30 Conexión a la red.....	112
3.31 Conexión cable de energía.....	113
3.32 Conexión del teléfono análogo en el puerto "Phone 1".....	113
3.33 Configuración del menú.....	114
3.34 Panel Trasero Teléfonos Cisco IP7945G.....	115
3.35 Conexión de teléfono Cisco IP7945G al Switch.....	116
3.36 Inicialización del teléfono Cisco IP7945G.....	116
3.37 Pantalla inicial teléfono Cisco IP7945G.....	117
3.38 Elementos que conforman el prototipo.....	117

CAPITULO IV

FIGURA	Pág.
4.1 Pruebas de ping	119
4.2 Interfaces activas visualizadas a través de línea de comandos del Router Santo Domingo.....	120
4.3 Concesión de extensión en el teléfono Cisco IP7945G.....	120
4.4 Concesión de extensión en el softphone.....	121

4.5 USER1 establece una llamada con USER2.....	121
4.6 USER2 recibe la llamada de USER1.....	122

LISTA DE TABLAS

CAPITULO I

TABLAS	Pág.
1.1 Códecs de Audio utilizados en VoIP.....	5
1.2 Comparación entre protocolos de señalización.....	18
1.3 Principales códecs utilizados en VoIP.....	20

CAPITULO II

TABLAS	Pág.
2.1 Interfaces de la Red WAN de EPPETROECUADOR – Regional Norte.....	44
2.2 Equipos de Trabajo en Santo Domingo.....	48
2.3 Subredes Santo Domingo.....	49
2.4 Direcciones IP de Santo Domingo.....	50
2.5 Teléfonos IP Remotos de la Central Mitel– Matriz.....	51
2.6 Requerimiento Telefonía Sto. Domingo.....	54

BIBLIOGRAFIA.....	127
--------------------------	------------

GLOSARIO

ANEXOS

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.4 REDES CONVERGENTES

Las redes convergentes o redes de multiservicio hacen referencia a la integración de servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP¹, como protocolo de nivel de red, esto elimina la necesidad de crear y mantener redes que funcionaban independientemente para la transmisión de datos y de voz. Ver figura 1.

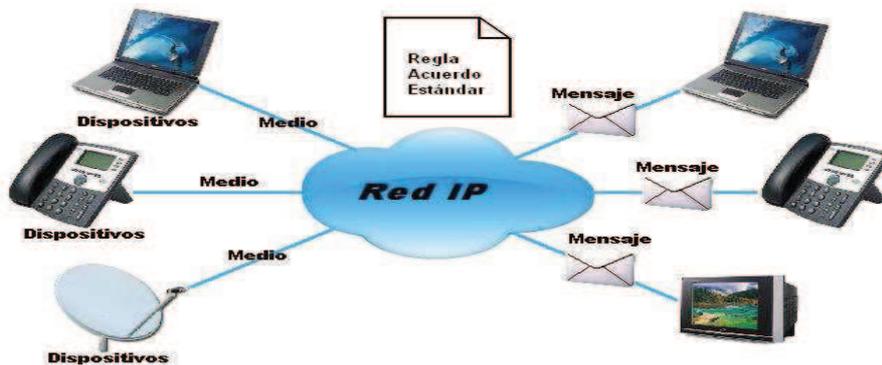


Figura 1.1 Red Convergente

A través de la convergencia, una compañía puede reinventar tanto sus redes de comunicaciones como toda su organización, ya que la convergencia apoyará con aplicaciones vitales para estructurar el negocio, como telefonía IP, videoconferencia, entre otros. Las redes convergentes IP se convierten por lo tanto, en un elemento crítico y esencial para el crecimiento de cualquier empresa

¹ Internet Protocol (IP): es un protocolo no orientado a conexión usado para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

en un entorno tan cambiante como el actual, siendo el punto único de soporte de comunicación y tratamiento de tráfico que requieren los distintos usuarios corporativos.

1.5 VOZ SOBRE IP

1.2.1 Definición

La Voz sobre IP (VoIP, Voiceover IP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos. La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permite la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways o teléfonos estándares.

1.2.2 Funcionamiento

La tecnología VoIP básicamente funciona de la siguiente manera:

La señal de voz originalmente analógica es convertida en una señal digital, posteriormente es comprimida y enviada en paquetes a través de la red; en el lado receptor los paquetes son ensamblados, descomprimidos y convertidos nuevamente en la señal de voz original; este proceso se ilustra en la figura 1.2.

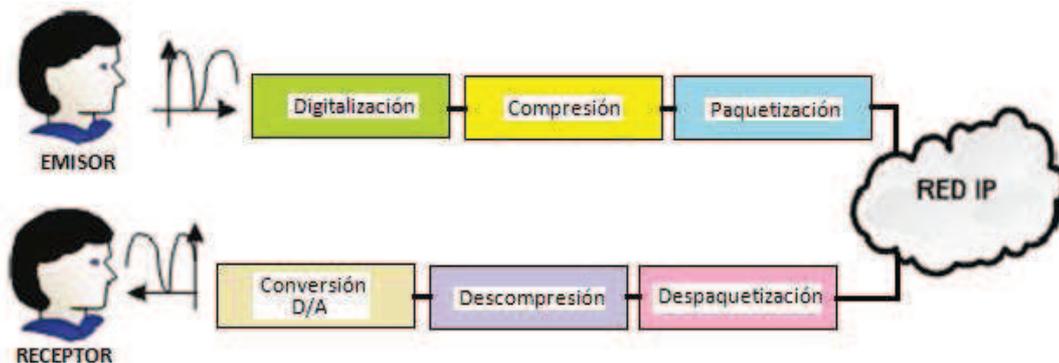


Figura 1.2 Funcionamiento de VoIP

A continuación una breve descripción de cada uno de los procesos mediante los cuales obtenemos VoIP:

1.2.2.1 Digitalización

El proceso de digitalización de la señal de voz consiste primero en muestrearla, luego cuantificarla y posteriormente codificarla.

En el muestreo se recogen muestras de la amplitud de la onda de voz en instantes periódicos del tiempo. Se deben tomar 8000 muestras por segundo, ya que el “Teorema de Nyquist, establece que para poder recuperar con exactitud una señal, ésta se debe muestrear al doble de la frecuencia máxima de la señal original”², en este caso las señales de voz se sitúan por debajo de los 4000Hz. Por lo tanto se obtiene una frecuencia mínima de muestreo de 8KHz. Una vez muestreada la voz se realiza la cuantificación que consiste en medir el nivel de voltaje o Amplitud (Por ejemplo -1V ó +1V) de cada una de las muestras.

² Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon. Obtenido de: <http://www.eveliux.com/mx/teoria-del-muestreo-de-nyquist.php>

Posteriormente se realiza la codificación que consiste en asignar los valores obtenidos durante la cuantificación, al código binario.

1.2.2.2 Compresión

En el proceso de compresión se elimina la información innecesaria, como componentes de mayor o menor frecuencia de la secuencia de datos, optimizando la ocupación del ancho de banda de un canal de comunicación, sin que esto afecte la integridad y confiabilidad de los datos.

En la compresión se utiliza estándares, por ejemplo, G.711 es el estándar de la ITU-T que se utiliza principalmente para la compresión de audio. El códec G.711 utiliza PCM para generar muestras de 8 bits cada 0.125ms, con lo que se obtiene una velocidad de datos de 64 Kbps. Debido a que los enlaces WAN tienen un ancho de banda muy limitado, es necesario utilizar un nivel mayor de compresión. Para lograr este objetivo existen estándares de Voz de acuerdo a los requerimientos que serán utilizados, como se muestra en la tabla 1.1.

CÓDEC	BIT RATE	COMENTARIO
G.711	de 56 o 64 Kbps	Ofrece transmisión de voz preciso.
G.722	de 48,56 o 64 Kbps	Se adapta a diferentes compresiones de ancho de banda y se conserva con congestión de la red.
G.723	5,3 o 64 Kbps	La alta compresión con alta calidad de audio. Se puede utilizar con dial-up.
G.728	de 16 Kbps	se utiliza ampliamente para aplicaciones que requieren retardo algorítmico muy bajo.
G.729	de 8 o 13 Kbps	Utilización del ancho de banda es excelente. Error tolerante. Se requiere licencia.

Tabla 1.1 Códecs de Audio utilizados en VoIP

1.2.2.3 Paquetización

Una vez digitalizada la voz, se hace necesario paquetizarla para enviarla a través de la red IP, para ello se debe adicionar una cabecera con cierto valor de línea (Kbps) que pertenecen a Protocolos usados en VoIP, tales como RTP (Protocolo de Tiempo Real), UDP (Protocolo Datagrama de Usuario) e IP adicionales a los 64 Kbps que son sólo de voz.³

1.2.3 Protocolos de señalización

La señalización en voz sobre IP tiene un papel muy importante en la red, ya que es la encargada de establecer, mantener, administrar y finalizar una conversación entre dos puntos, además ofrece funciones de supervisión, marcado, llamada y retorno de tonos de progreso; también se encarga de proveer QoS⁴ en cada canal de transmisión.

A continuación se describen los protocolos más importantes utilizados en VoIP para señalización.

1.2.3.1 H.323

H.323 fue el primer estándar internacional de comunicaciones multimedia, que facilitaba la convergencia de voz, video y datos. Fue inicialmente construido para las redes basadas en conmutación de paquetes, en las cuales encontró su fortaleza al integrarse con las redes IP, siendo un protocolo muy utilizado en VoIP.

³ (A, VoIP Handbook, 2009) Ahson Mohamed. En *VoIP Handbook*. Taylor & Francis Group.

⁴ QoS: Calidad de Servicio.

El protocolo H.323 ha sido adoptado prácticamente por todas las empresas líderes en este sector como: CISCO, Microsoft, Intel, etc. La adaptación de este estándar permite la interconexión de equipos y software de cualquier fabricante que lo haya adoptado.

1.2.3.1.1 Arquitectura H.323

La arquitectura H.323 consta de los siguientes dispositivos para su correcto funcionamiento que se muestran en la figura 1.3.

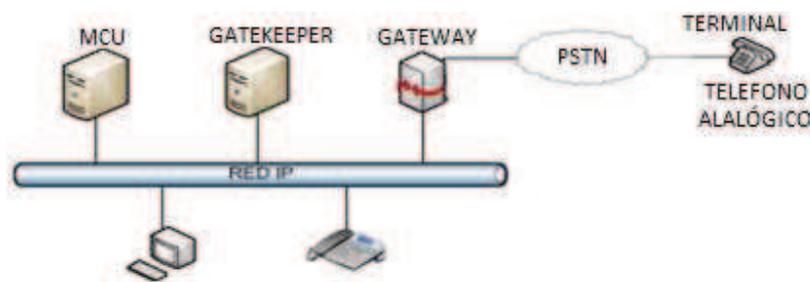


Figura 1.3 Componentes de la Arquitectura H.323

- ✓ **Terminal.** Son los clientes finales en la LAN, un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen de color en movimiento y datos entre los dos terminales.

Un terminal H.323 consta de las interfaces de usuario, códec de video, códec de audio, equipo telemático, la capa H.225, las funciones de control del sistema y la interfaz con la red. En la figura 1.3.1 se muestran terminales H323.



Figura 1.3.1 Terminales H.323⁵

- ✓ **Gateway.** Permite la interconexión entre H.323 y una red conmutada de circuitos; convierte los protocolos de señalización y los formatos de los medios de comunicación que se muestran en la figura 1.3.2.

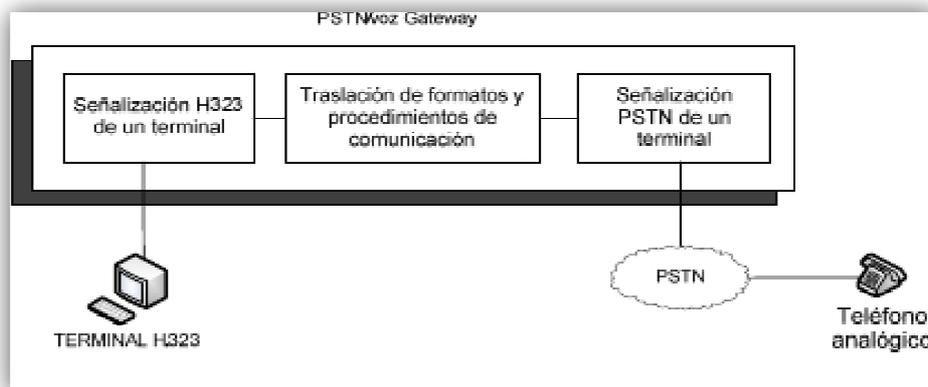


Figura 1.3.2 Funcionamiento de un gateway de voz

En general, el propósito del gateway es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa. La figura 1.3.2.1 muestra un gateway H.323.

⁵ Figura Terminales H.323. Obtenido de <http://videostreaminglinux.blogspot.com/>



Figura 1.3.2.1 Gateway H.323⁶

- ✓ **Multipoint Control Units (MCUs).** La Unidad de Control Multipunto permite realizar conferencias entre 3 o más terminales; usualmente contiene un controlador multi-punto, que está encargado del control y señalización de la conferencia, y un procesador multi-punto para el procesamiento de la información enviada por los terminales. La figura 1.3.3 muestra una Unidad de Control Multipunto.



Figura 1.3.3 Unidad de Control Multipunto⁷

- ✓ **Gatekeeper.** Es el administrador de un grupo de dispositivos H.323 que conforman una zona. Realiza las funciones de traslación de direcciones, control de ancho de banda mínimo, control de admisión de terminales y administración de una zona. La figura 1.3.4 muestra un gatekeeper.

⁶ Figura Gateway H.323. Obtenido de: <http://www.zipcom.com.tw/products/zipegsk.htm>

⁷ Figura Unidad de Control Multipunto. Obtenido de:

<http://www.dekom.com/es/es/infraestructura/mcu/videokonferenz/cisco-telepresence-mcu-5300-serie.html>



Figura 1.3.4 Gatekeeper H.323⁸

1.2.3.1.1.1 Protocolos usados por H.323

A continuación se explican los protocolos más significativos para H.323:

- ✓ **RTP/RTCP (Real-Time Transport Protocol / Real-Time Transport Control Protocol):** Protocolos de transporte en tiempo real que proporcionan servicios de entrega punto a punto de datos.
- ✓ **RAS (Registration, Admission and Status):** Sirve para registrar, control de admisión, control del ancho de banda, estado y desconexión de los participantes.
- ✓ **H225.0:** Protocolo de control de llamada que permite establecer una conexión y una desconexión.
- ✓ **H.245:** Protocolo de control usado en el establecimiento y control de una llamada.
- ✓ **Q.931 (Digital Subscriber Signalling):** Este protocolo se define para la señalización de accesos RDSI (Red de Servicios Integrados) básicos.
- ✓ **RSVP (Resource ReSerVation Protocol):** Protocolo de reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario.
- ✓ **T.120:** La recomendación T.120 define un conjunto de protocolos para conferencia de datos.

⁸ Figura Gatekeeper H323. Obtenido de:
http://www.zipcom.com.tw/product_overview/H.323%20GateKeeper.htm

Entre los códecs que recomienda usar la norma H.323 se encuentran principalmente:

- ✓ **G.711:** De los múltiples códecs de audio que pueden implementar los terminales H.323, este es el único obligatorio. Usa modulación por pulsos codificados (PCM) para conseguir tasas de bits de 56Kbps y 64Kbps.
- ✓ **H.261 Y H.263:** Los dos códecs de video que propone la recomendación H.323.

1.2.3.1.1.2 Establecimiento de una Llamada H.323

El proceso de una llamada telefónica IP, es similar al que se tiene en la Telefonía tradicional. En H.323 ciertos protocolos permiten iniciar y terminar una llamada, así como el control que se tenga de la misma. Es importante identificar los dispositivos que van a intervenir en el proceso, ya que de esto dependerá uno u otro modelo de señalización. Los modelos de señalización típicos para el establecimiento de una llamada en H.323 dependerán del gatekeeper.

A continuación se analizará detalladamente el procedimiento de una llamada:

En una llamada H.323 hay varias fases como se indica a continuación. Ver figura 1.4.

1.- ESTABLECIMIENTO

En esta fase lo primero que se observa es que **uno de los terminales se registra en el gatekeeper** utilizando el protocolo RAS (Registro, admisión y estado) con los mensajes ARQ (Admission Request) y ACF (Admission Confirm).

Cuando un terminal quiere hacer una llamada, pide permiso al gatekeeper mandando un paquete ARQ (Admission Request). Este mensaje contiene, entre otras cosas, los alias del destino (nombre o teléfono del usuario con el que quiere comunicarse). El gatekeeper (GKR) puede dar permiso para la llamada con un ACF (Admission Confirm) que contiene la dirección de transporte asociada al alias destino o su propia dirección de transporte si decide encaminar la señalización H.225.0. Posteriormente utilizando el protocolo H.225 **se manda un mensaje de SETUP para iniciar una llamada H.323**. Entre la información que contiene el mensaje se encuentra la dirección IP, puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado.

El terminal llamado, contesta con un CALL PROCEEDING advirtiendo del intento de establecer una llamada. En este momento el segundo terminal tiene que registrarse con el gatekeeper utilizando el protocolo RAS de manera similar al primer terminal el mensaje **ALERTING indica el inicio de la fase de generación de tono**. Y por último **CONNECT indica el comienzo de la conexión**.

2.- SEÑALIZACIÓN DE CONTROL

Las funciones de control de llamada son el núcleo de un terminal H.323. Estas funciones incluyen señalización para establecimiento de llamada, intercambio de capacidades, señalización de comandos e indicaciones, y mensajes de apertura y descripción del contenido de los canales lógicos. Éstas son las funciones que llevan a cabo los protocolos H.225.0, RAS y H.245:

- La función de señalización RAS establece un canal para las comunicaciones entre los terminales y su Gatekeeper, el cual los registra y

admite, y además guarda información relativa al estado de cada terminal de su Zona.

- El canal de señalización de llamada se basa en Q.931, y sirve para establecer la primera conexión entre dos terminales.
- El canal de control H.245 es un canal confiable que transporta señales de control que gobiernan las operaciones de la entidad H.323, incluyendo intercambio de capacidades, apertura y cierre de canales lógicos, peticiones de preferencias y mensajes de control de flujo, entre otros comandos e indicaciones. Tras el diálogo H.245 se abren los canales lógicos que transportarán todos los datos multimedia por RTP.

Los principales mensajes H.245 que se utilizan en esta fase son:

- **TerminalCapabilitySet (TCS)**. Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada.
- **OpenLogicalChannel (OLC)**. Mensaje para abrir el canal lógico de información que contiene información para permitir la recepción y codificación de los datos.

3.- AUDIO

Los terminales inician la comunicación y el intercambio de audio (o video) mediante el protocolo RTP Real-Time Transport Protocol, (así como su apartado de control, RTCP).

RTCP: Real-Time Transport Control Protocol, protocolo de control para el transporte de datos en tiempo real, anexo a RTP y dedicado al control de características de retardo y de jitter (variación del rendimiento) en las comunicaciones RTP.

4.- DESCONEXIÓN

En esta fase cualquiera de los participantes activos en la comunicación puede iniciar el proceso de finalización de llamada mediante mensajes **Close Logical Channel** y **End Session Command** de H.245.

Cuando se requiere finalizar la comunicación se usa el mensaje RELEASE COMPLETE. Finalmente, **se liberan los registros con el gatekeeper** utilizando mensajes del protocolo RAS: DRQ (Delete Request) y DCF (Delete Confirm).

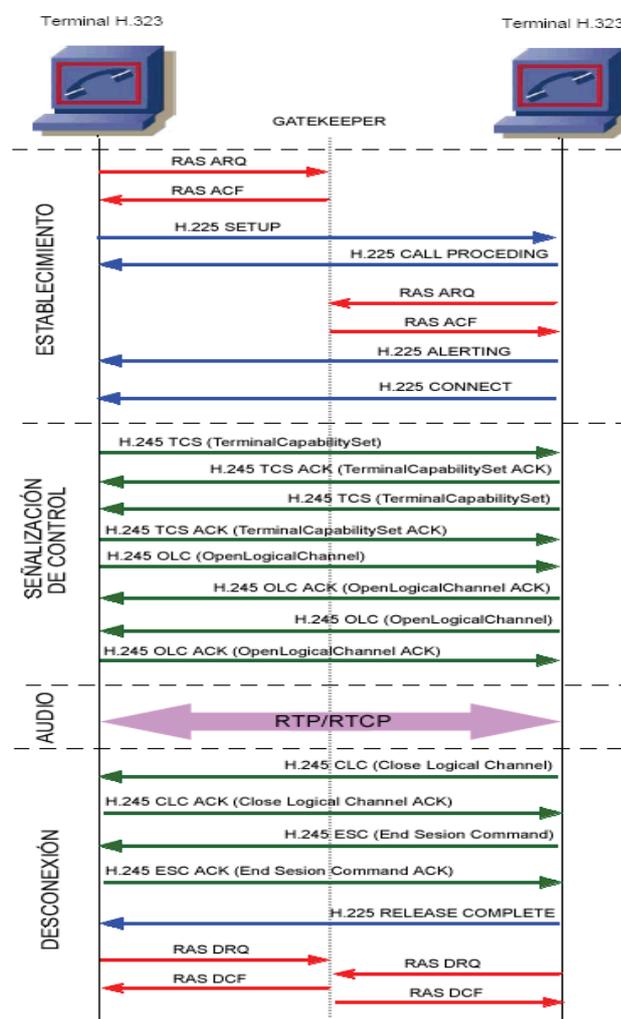


Figura 1.4 Fases de una llamada H.323⁹

⁹ Figura Fases de una llamada H.323. Obtenido de:

1.2.3.2 SIP

El protocolo SIP (Protocolo de Iniciación de Sesión) es un protocolo de señalización cliente- servidor perteneciente a la capa aplicación de la pila de Protocolos TCP/IP. Su función principal es establecer, cambiar y terminar sesiones multimedia. Se encuentra especificado en el RFC 3261. Fue desarrollado por el grupo Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC) de la IETF, por lo tanto está orientado a servicios ofrecidos a través de Internet.

Este protocolo es muy parecido en sintaxis y semántica al protocolo HTTP¹⁰ utilizado en la Web, por esta razón un servidor SIP y un servidor Web pueden integrarse.

SIP al ser un protocolo cliente – servidor, puede alternar sus funciones, es decir, un servidor puede actuar como cliente y viceversa.

Una entidad SIP se nombra mediante un Uniform Resource Identifier (URI); de esta manera se identifica a los servidores y clientes SIP, similar a un correo electrónico por ejemplo: Sipentidad@dominio.

SIP especifica dos elementos básicos de su sistema: Agentes Usuarios (UA) y Servidores; estos últimos pueden ser:

- ✓ Registradores: Toman los datos acerca de la ubicación de nuevos usuarios que se conectan a la red; si un usuario cambia su localización, el servidor de registro actualiza su localización de manera dinámica.
- ✓ Intermediarios (o proxy): Se encargan de orientar las peticiones y/o respuestas

http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode67.html

¹⁰ HTTP *Hypertext Transfer Protocol* es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web. Define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos de software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse.

hacia su destino.

- ✓ Retransmisores: Escuchan peticiones (invitaciones) y envían una respuesta que contiene la localización del destino que desea alcanzarse.

Para realizar la señalización en las sesiones, SIP utiliza dos tipos de mensajes: peticiones y respuestas :

Peticiones: Iniciar alguna acción o para llevar información, y

Respuestas: Confirmar una petición procesada.

1.2.3.2.1 Mensajes SIP

El protocolo SIP está codificado en Texto, esto hace que con cualquier analizador de protocolo se puedan leer los mensajes que se cursan. Por otra parte se hace un uso menos eficiente del ancho de banda, pero salvo excepciones (como la telefonía celular) esto no es muy importante. Ver figura 1.5.

Los tipos de mensajes para establecer una sesión son:

- INVITE, ACK y CANCEL (para establecer sesiones)
- BYE (para terminar sesiones)
- REGISTER (para registrar información de contacto)
- OPTIONS (Para conocer las capacidades de los UAS y otros Servers).

Métodos de Extensión

Estos métodos están definidos en otras RFC, ejemplos de estos son:

- INFO (para pasar información Usuario a Usuario).
- PRACK (para acusar recibo de respuestas provisionales que se verán más adelante).
- UPDATE (para modificar parámetros de la sesión sin modificar el estado de la llamada).
- REFER (para indicar a una parte que debe contactar a una tercera, se usa para transferencias de llamadas).
- SUBSCRIBE (para solicitar ser notificado de la ocurrencia de algún evento)
- NOTIFY (para notificar la ocurrencia de un evento que fue suscripto. También se usa para comunicar el resultado de un REFER).

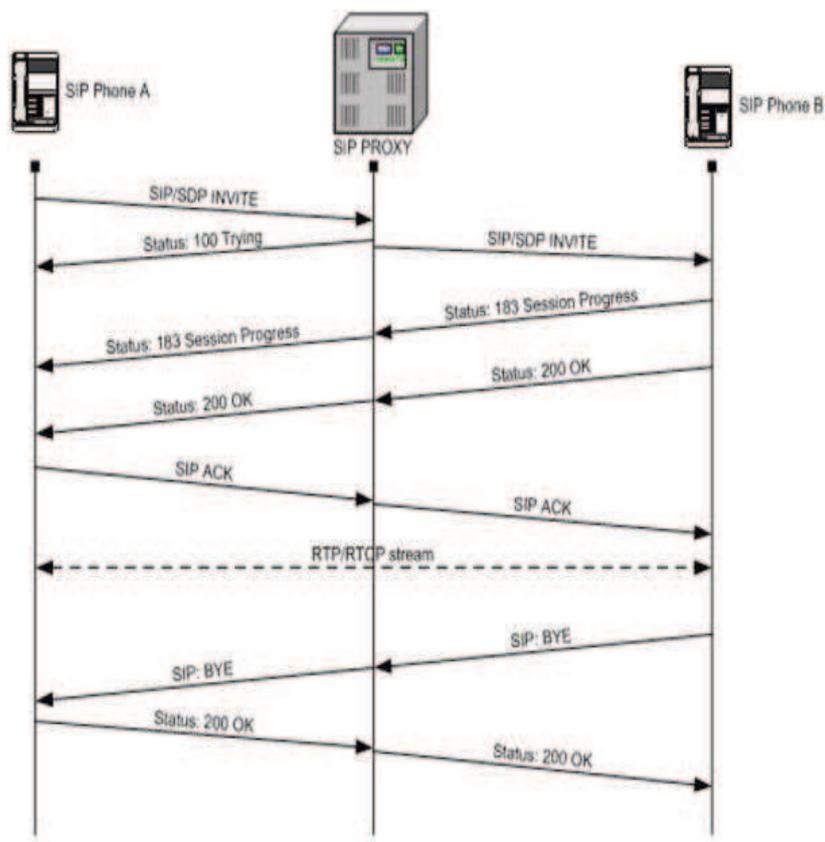


FIGURA 1.5 Mensajes para establecer una sesión en el protocolo SIP¹¹

¹¹ FIGURA Comunicación entre dos terminales usando SIP. Obtenida de: http://cybertesis.usmp.edu.pe/usmp/2009/coronado_ja/html/sdx/coronado_ja.html

1.2.3.2.2 Comparación entre protocolos de señalización

A continuación se presentan las principales diferencias entre los protocolos de señalización H.323 y SIP.

	H.323	SIP
TIPO DE MENSAJE	Formato Binario	Formato Texto
SEÑALIZACIÓN	Datos y señalización por diferentes puertos	Datos y señalización por diferentes puertos
ESTANDAR	Estandarizado (ITU)	Estandarizado(IETF)
NÚMERO DE PUERTOS	3	3
TRANSPORTE	TCP, UDP	TCP, UDP
NAT	Definido por el proxy H.323	Requiere de un servidor para realizar NAT
ANCHO DE BANDA	Mayor	Mayor
ARQUITECTURA	Distribuida	Distribuida
DISPONIBILIDAD	Menor	Mayor
SEGURIDAD	Usa H.235(TSL en capa transporte)	Usa la misma que HTTP (SSL, SSH)

Tabla 1.2 Comparación entre protocolos de señalización¹²

Dadas las ventajas y desventajas anteriormente citadas se puede elegir a SIP como el protocolo más adecuado para la implementación de una IP-PBX¹³.

Además dado que la transmisión de mensajes no es binaria, no se necesita

¹² Tabla Comparación entre protocolos de señalización. Obtenida de:

<http://www.idris.com.ar/pdf/ART0002%20-%20Protocolos%20en%20VoIP.pdf>

¹³ IP PBX Internet Protocol Private Branch Exchange es un sistema de telefonía diseñado para ofrecer servicios de voz o vídeo a través de una red de datos e interactuar con el público normal de red telefónica conmutada.

codificarlos y decodificarlos, lo que aumenta la velocidad en la transmisión, una característica básica en transporte de datos en tiempo real.

1.2.4 SCCP (Skinny Client Control Protocol)

El protocolo SCCP es un protocolo ligero para la sesión de señalización con Cisco Unified Communications Manager. SCCP se utiliza para la comunicación entre dispositivos IP y Cisco Unified Communications Manager.

Skinny Client Control Protocol (SCCP) es un estándar de propiedad de Cisco para el control de terminales de Voz sobre IP.

El término "skinny" refleja que SCCP es un protocolo sencillo y sin complicaciones que requiere un pequeño procesamiento de computadora. Con Skinny las estaciones finales en una red, que pueden ser teléfonos IP o computadoras personales con capacidad de VoIP, ejecutan un programa llamado Skinny Client. El cliente ligero Skinny ayuda a minimizar el costo y la complejidad de las estaciones finales de VoIP.

1.2.5 CODECS

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CODEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, normadas por varios estándares.

Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC

comprime la secuencia de datos, y proporciona cancelación de eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente.

Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión de silencio, que es el proceso de no enviar paquetes de voz entre silencios en conversaciones.

En la tabla 1.3 se muestra un resumen con los códecs más utilizados en VoIP especificados por la UIT-T¹⁴.

CODEC	Tasa binaria	Tamaño típico de paquete		Retardo de paquetización	Retardo de supresión de Jitter	MOS (Máximo teórico)
G.711	64 kbps	20 ms	160 Bytes	1 ms	40 ms	4,40
G.726	32 kbps	20 ms	80 Bytes	1 ms	40 ms	4,40
G.729	8 kbps	20 ms	20 Bytes	25 ms	40 ms	4,22
G.723.1 MPMLQ	6,3 kbps	30 ms	24 Bytes	67,5 ms	60 ms	3,87
G.723.1 ACELP	5,3 kbps	30 ms	20 Bytes	67,5 ms	60 ms	3,69

Tabla 1.3 Principales códecs utilizados en VoIP¹⁵

Al momento de seleccionar el codec se debe tomar en cuenta algunos criterios como los siguientes:

- Complejidad: Se la define como la cantidad de CPU necesaria para procesar el algoritmo de codificación.
- Compresión de voz: Esta función permite a la señal de voz ocupar un ancho de banda menor para ser transmitida por la red de paquetes.

¹⁴ UIT-T: Sector de Normalización de la Telecomunicaciones.

¹⁵ Tabla Principales códecs utilizados en VoIP, Obtenido de: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>.

1.2.6 Retos técnicos de la integración de voz a las redes de datos

El modelo VoIP enfrenta varios retos técnicos tales como pérdida de paquetes, retardos y variaciones en el retardo. A continuación se revisarán estos retos.

1.2.6.1 Pérdidas de Paquetes

Las pérdidas son un fenómeno común en todas las redes conmutadas por paquetes, tal como las redes IP, en particular, no se establecen circuitos físicos entre extremos y los paquetes provenientes de diferentes fuentes se almacenan en colas en espera a ser transmitidos por el enlace de salida de cada router. Un paquete que llega se pierde en la red si no encuentra espacio en la cola. Mientras más personas accedan la red, los routers se congestionan más y se produce la pérdida de paquetes. La pérdida de paquetes puede causar daños severos a la calidad de la voz transmitida sobre IP.

Cada paquete IP contiene entre 40 y 80ms de voz, que corresponde a la duración de unidades fundamentales de voz, como son los fonemas; cuando se pierde un paquete se pierde un fonema. Aunque el cerebro humano es capaz de reconstruir algunos fonemas perdidos, demasiadas pérdidas pueden generar una señal ininteligible. La figura 1.6 muestra cómo se degrada la calidad de la voz con la pérdida de paquetes.

Las técnicas empleadas para combatir este fenómeno buscan, en principio, reducir las pérdidas o, si no es posible, reparar el daño causado. Entre las principales se tiene:

- 1.- *Mejora de la Red*: Como la pérdida de paquetes es un resultado directo de

la insuficiencia en el ancho de banda del enlace y/o en la velocidad de procesamiento del router, mejorar la infraestructura de la red IP es una solución de ingeniería directa al problema de la pérdida de paquetes.

2.- *Substitución por silencio*: Reproduciendo un silencio en vez del paquete perdido, se obtiene una degradación menor si el tamaño de los paquetes es menor de 16ms y la tasa de pérdidas es inferior a 1%.

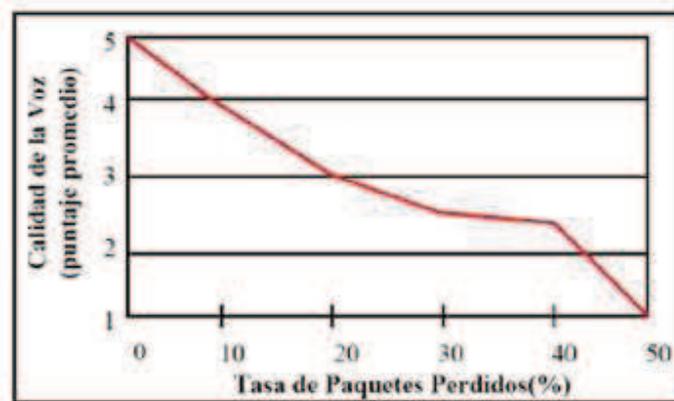


Figura 1.6 Calidad de la voz en función de la tasa de pérdidas

3.- *Substitución por ruido*: Se ha visto que es mejor reproducir ruido blanco¹⁶ en vez de silencio. Este fenómeno se atribuye a la restauración fonémica que hace el cerebro ante la presencia de ruido, la que no es posible ante la presencia de silencio.

4.- *Repetición del paquete anterior*: Si los paquetes son suficientemente pequeños y el último paquete recibido correctamente es muy cercano al perdido, el fenómeno de intermodulación permite disminuir mucho la degradación de la señal.

5.- *Interpolación de paquetes*: Esta técnica usa los paquetes vecinos al paquete

¹⁶ Ruido blanco: es una señal aleatoria (proceso estocástico) que se caracteriza por el hecho de que sus valores de señal en dos tiempos diferentes no guardan correlación estadística.

perdido para producir el remplazo, asegurando que el paquete reproducido siga las características cambiantes del flujo de voz.

6.- *Intercalado de tramas*: Si se intercalan tramas de voz entre varios paquetes para reordenarlas en el receptor, la pérdida de un paquete no implicaría la pérdida de un fonema si no de varios pequeños segmentos no consecutivos, lo cual puede ser casi imperceptible.

7.- *Corrección de errores*: La información de un paquete se retransmite redundantemente en paquetes subsiguientes. Si un paquete se pierde, parte importante de su información se puede extraer de los paquetes vecinos.

1.2.6.2 Retardo de Paquetes

Un retardo excesivo puede afectar seriamente una conversación de voz, conduciendo incluso a una comunicación half-duplex. Se ha determinado que un retardo inferior a 150 ms es aceptable en la mayoría de aplicaciones como el envío y recepción de información. En comunicaciones de larga distancia, los usuarios están preparados a aceptar retardos de hasta 400 ms.

En VoIP hay muchas fuentes de retardo que se suman para hacer del retardo uno de los mayores retos técnicos para las redes de convergencia basadas en IP, como muestra la figura 1.7.

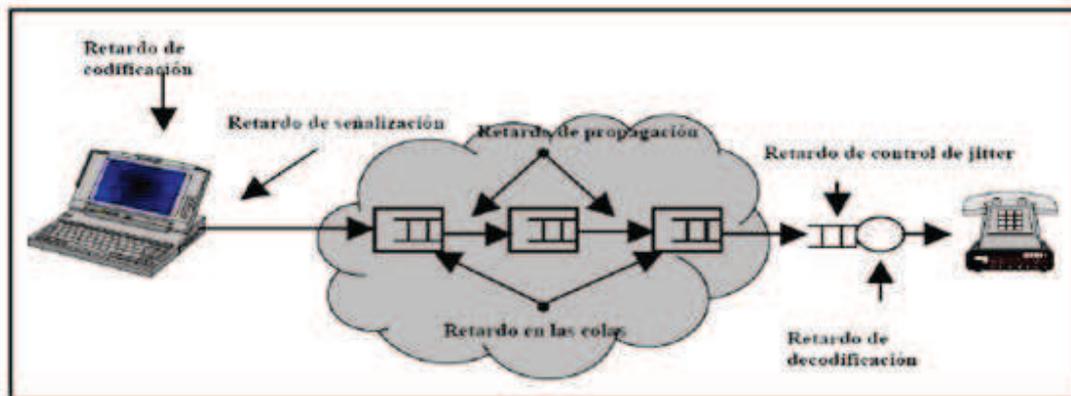


Figura 1.7 Retardos en VoIP¹⁷

Por ejemplo, entre los principales retardos tenemos:

- 1.- *Retardo de códec*: Corresponde a la conversión analógica–digital y a la compresión para reducción de ancho de banda.
- 2.- *Retardo de señalización*: Es el tiempo que toma colocar el paquete en la línea de transmisión y depende de la velocidad de ésta.
- 3.- *Retardo en las colas*: En los puntos de conmutación como routers y gateways, los paquetes compiten por el uso del enlace de salida y, consecuentemente, deben esperar a que se transmitan los paquetes que llegaron antes.
- 4.- *Retardo de propagación*: Es el tiempo necesario para que las señales electromagnéticas u ópticas viajen de un punto a otro.

¹⁷ Figura Retardos VoIP. Obtenido de: http://html.rincondelvago.com/voz-sobre-ip_voip.html.

1.2.6.3 Variaciones en el Retardo

La varianza de los tiempos entre llegadas de paquetes al receptor (jitter) es potencialmente más impactante para VoIP que el retardo mismo. En efecto, la adecuada secuencia en el tiempo es una característica importante de la voz, de manera que si dos sílabas de una palabra se pronuncian con cierto intervalo entre ellas, ese intervalo es tan importante como las sílabas mismas y un retardo adicional entre ellas rompería el ritmo de la voz. Además, si un paquete IP tarda mucho más que el promedio, se considerará un paquete perdido, afectando correspondientemente la calidad de la voz.

1.2.6.4 Calidad de Servicio

La calidad de servicio está constituida por tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado, especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

Calidad de servicio también se describe como la capacidad de dar un buen servicio. La calidad de servicio se logra en base a 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.
- 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): Asigna la prioridad al tráfico de menos carga.
- ✓ DiffServ (Differentiated Services): Proporcionan mecanismos de calidad de servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de un mapeo entre flujos de tráfico y niveles de servicio.

1.6 TELEFONÍA IP

Telefonía IP es el método mediante el cual se transmite voz usando un grupo de recursos que hace posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP, esto significa, que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables para telefonía convencional analógica como las redes PSTN (Public Switched Telephone Network).

Los Protocolos que se usan para enviar las señales de voz sobre la red IP se conocen como protocolos de Voz sobre IP. El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo las redes de área local (LAN).

1.3.1 CLASES DE TELEFONÍA IP

1.3.1.1 Telefonía IP Privada

Opera sobre la Intranet de empresas para ofrecer acceso telefónico extendido, permitiendo la comunicación entre sus oficinas, en un edificio, campus o en diferentes sitios dentro de una ciudad, incluso entre ciudades. Esto se puede

apreciar en la figura 1.8.



Figura 1.8 Esquema de Telefonía IP privada

1.3.1.2 Telefonía IP por Internet

Emplea el Internet como medio de transmisión para las llamadas telefónicas realizadas entre dispositivos IP, como se muestra en la figura 1.9.

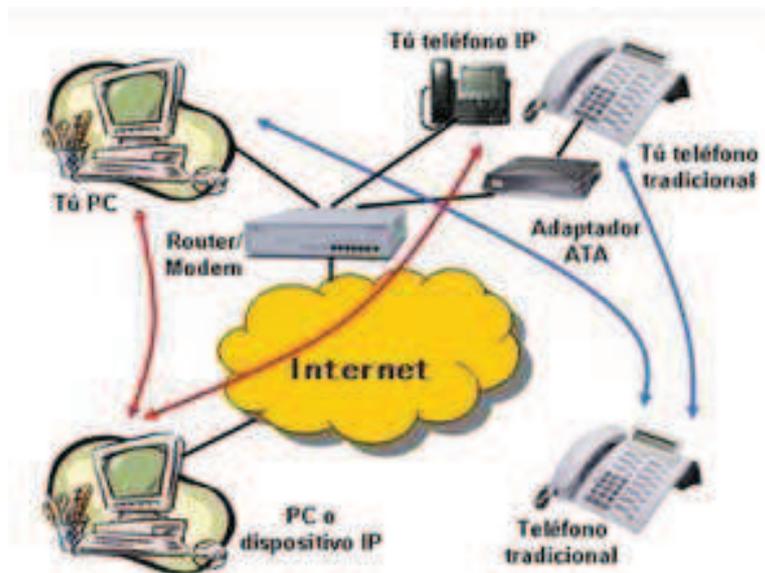


Figura 1.9 Esquema de Telefonía IP por Internet

1.3.1.3 Telefonía IP Pública

Emplea el Internet como medio de transmisión para las llamadas telefónicas efectuadas hacia y desde cualquier número telefónico regular conectándose con la PSTN¹⁸. Esto se muestra en la figura 1.10.



Figura 1.10 Esquema de Telefonía IP pública

1.3.2 TELEFONÍA IP VS. TELEFONÍA TRADICIONAL

Para poder realizar una comparación entre la Telefonía IP y la Telefonía tradicional se describe a continuación cómo se realiza una llamada en cada sistema.

1.3.2.1 Funcionamiento de una Llamada Típica en un Sistema de Telefonía Convencional

1. Se levanta el teléfono y se escucha el tono de invitación a marcar. Esto deja

¹⁸ PSTN (La red telefónica pública conmutada): Es la red de públicos en el mundo de conmutación de circuitos redes telefónicas .

saber que existe una conexión con el operador local de Telefonía.

2. Se disca el número de teléfono al que se desea llamar.
3. La llamada es transmitida a través del *switch* del operador apuntando hacia el teléfono marcado.
4. Una conexión es creada entre el teléfono origen y el teléfono de la persona a la que se está llamando; el operador de Telefonía utiliza varios *switches* para lograr la comunicación entre las 2 líneas.
5. El teléfono suena a la persona que se está llamando y alguien contesta la llamada.
6. La conexión se establece mediante un circuito.
7. Se habla por un tiempo determinado y luego se cuelga el teléfono.
8. Cuando se cuelga el teléfono el circuito automáticamente se cierra, de esta manera se libera la línea y todos los dispositivos que intervinieron en la comunicación.

1.3.2.2 Funcionamiento de una Comunicación mediante Telefonía IP entre Dos Teléfonos

Para definir cómo funciona una comunicación en un entorno de VoIP, se supondrá

que las dos personas que se quieren comunicar tienen servicio a través de un proveedor de Telefonía IP y los dos tienen sus teléfonos analógicos conectados a través de un adaptador denominado ATA¹⁹.

1. Se levanta el teléfono, lo que envía una señal al conversor analógico-digital, ATA.
2. El ATA recibe la señal y envía un tono de llamado, esto deja saber que ya se tiene conexión a Internet.
3. Se marca el número de teléfono de la persona que se desea llamar (emisor); los números son convertidos a digital por el ATA y guardados temporalmente.
4. Los datos del número telefónico son enviados al proveedor de Telefonía IP. Los servidores del proveedor de Telefonía IP revisan este número para asegurarse que está en un formato válido.
5. El proveedor determina a quien corresponde este número y lo transforma en una dirección IP.
6. El proveedor conecta los dos dispositivos que intervienen en la llamada. En el otro extremo, una señal es enviada al ATA de la persona que recibe la llamada para emitir una señal en el teléfono del otro usuario (receptor).

¹⁹ *Analog Telephone Adapter (ATA)*: es un dispositivo que permite conectar un teléfono analógico/RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) a una red de VoIP. Dispone de un sistema de administración y gestión similar a los teléfonos IP por lo que dispone también de dirección IP, y las mismas ventajas que cualquier terminal IP.

7. Una vez que el receptor levanta el teléfono, una comunicación es establecida. Esto significa que cada sistema está esperando recibir paquetes del otro sistema. En el medio, la infraestructura de Internet maneja los paquetes de voz de la misma forma que haría con un *e-mail* o con una página *web*. Cada sistema debe emplear el mismo protocolo para poder comunicarse. Los sistemas implementan dos canales, uno en cada dirección.
8. Se habla por un periodo de tiempo. Durante la conversación se transmiten y reciben paquetes entre sí.
9. Cuando se termina la llamada, se cuelga el teléfono.
10. El ATA envía una señal al proveedor de Telefonía IP informando que la llamada ha sido concluida.

Una vez expuestas las formas de operar de cada tipo de Telefonía, se puede concluir que una llamada telefónica tradicional puede requerir una enorme red de centrales telefónicas conectadas entre sí mediante fibra óptica y satélites de telecomunicación, además de cables que unen los teléfonos con éstas centrales.

1.3.3 Ventajas y desventajas de la telefonía IP

1.3.3.3 Ventajas de la Telefonía IP

Los beneficios de la Telefonía IP se multiplican en entornos empresariales y tienen como común denominador, la reducción en los costos de las comunicaciones. A

continuación se presentan las ventajas más importantes de la Telefonía IP.

- *Permite un aumento de la productividad:* Las empresas pueden optimizar recursos a través del uso de una misma red para la transmisión de datos y de voz, y mejorar su productividad con la utilización de aplicaciones posibles de Telefonía IP.
- *Posibilita una reducción de costos de tráfico de llamadas:* La Telefonía IP utiliza una red de datos, que puede ser pública como Internet, y no requiere para su transmisión una red como en la Telefonía conmutada o tradicional, lo que reduce los costos para operadores y usuarios.
- *Permite una menor inversión en infraestructura:* Debido a la integración de la voz a la red de datos se utiliza solamente una red para las aplicaciones de datos y de voz permitiendo un ahorro en cableado estructurado.
- *Añade nuevas y mejores funcionalidades:* La convergencia entre voz y datos en la que se basa la Telefonía IP abre la puerta al desarrollo de aplicaciones vía *software* que permiten al usuario acceder a funcionalidades de Telefonía avanzada hasta ahora inaccesibles en la Telefonía tradicional. Funciones como el filtro de llamadas, el buzón de voz en el *e-mail*, o la integración con la agenda del gestor de correo electrónico son una realidad para cualquier usuario de Telefonía IP.
- *La Telefonía IP facilita la movilidad:* El acceso al servicio telefónico a través de un acceso a Internet no sólo reduce los costes de tráfico si no que permite el uso de la línea personal desde cualquier punto en el que exista una conexión a Internet.

- Para usuarios que quieren probar los beneficios de la Telefonía IP antes de optar por la conversión completa, existen formas de utilizar centrales telefónicas híbridas, que soportan terminales convencionales e IP. De esta forma, la transición de tecnología se vuelve transparente para el usuario final.

1.3.3.4 Desventajas de la Telefonía IP

Al igual que toda tecnología que se está desarrollando, la Telefonía IP presenta inconvenientes, estos inconvenientes son producto de limitaciones tecnológicas que en el futuro podrán ser superadas. A continuación se presentan algunos de los principales problemas que enfrenta la Telefonía IP.

- Siempre se requiere una conexión a Internet, preferiblemente de banda ancha, para garantizar la calidad de voz durante la llamada. Si el ancho de banda no es suficiente, se puede escuchar muy cortada la voz, o con retardo.
- A diferencia de los teléfonos tradicionales, los terminales IP necesitan un flujo de electricidad estable. Normalmente, cuando no hay servicio de electricidad, los teléfonos tradicionales siguen funcionando, ya que las centrales telefónicas tienen siempre motores generadores o con baterías, mismas que pueden mantener por varias horas el servicio telefónico, sin problemas.
- Si la conexión de Internet está saturada, la calidad de voz puede degradarse, al punto de ser inutilizable. Asimismo, si la conexión de Internet está inestable, puede causar degradación en la calidad de la llamada.

- En los casos en que se utilice un *softphone*, la calidad de la comunicación se puede ver afectada por la PC; en un caso crítico la calidad de la comunicación se puede ver comprometida por el procesador con una sobrecarga de trabajo.

1.4 ARQUITECTURA DE UNA RED DE TELEFONÍA IP

En la estructura de una red de telefonía IP se pueden llegar a definir cuatro elementos fundamentales, como lo son: terminales, routers, Gatekeepers y Gateways, a continuación se explicará cada elemento de acuerdo a la arquitectura montada en el proyecto.

1.4.1 Terminales

Son los sustitutos de los actuales teléfonos analógicos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware, los más utilizados son los teléfonos IP, softphones y dispositivo ATA.

1.4.1.1 Teléfonos IP

Los teléfonos IP en apariencia son similares a los teléfonos tradicionales pero cambian la forma en que se transmite la voz, ya que utilizan una conexión de red de datos, en lugar de una conexión de red telefónica. Disponen de una dirección IP a la que se puede acceder para configurar el dispositivo.

1.4.1.1.1 Cisco Unified IP Phone 7945G

El Cisco Unified IP Phone 7945G, (figura 1.11) es un dispositivo de comunicación que incluyen soporte de audio de banda ancha, un sistema integrado Gigabit Ethernet de puerto, una pantalla a color retroiluminada, además posee aplicaciones que ahorran tiempo de acceso a la configuración del mismo con ayuda de su teclado , y características adicionales tales como la fecha y hora, el nombre del usuario, en un ambiente amigable e interactivo para el usuario.



Figura 1.11 Cisco Unified IP Phone 7945G²⁰

1.4.1.2 Softphone

Un Softphone es un software de PC que hace una simulación de teléfono IP en un computador y permite hacer llamadas (VoIP) sin necesidad de tener un teléfono IP físico, es decir, permite usar la computadora para comunicarse con otros

²⁰ Figura Cisco Unified IP Phone 7945G. Obtenida de:
<http://www.cisco.com/en/US/products/ps8534/index.html>

softphones, teléfonos IP o a otros teléfonos convencionales; estas llamadas pueden ser internas o externas.

1.4.1.2.1 Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1

Cisco IP Communicator es una aplicación de Microsoft, basada en Windows que ofrece soporte mejorado de telefonía a través de computadoras personales. Es fácil de instalar y cuenta con algunas de las últimas tecnologías y avances en las comunicaciones IP disponibles hoy en día. Esta aplicación dota a los ordenadores con las funciones de los teléfonos IP, proporcionando alta calidad en las llamadas de voz. Ver figura 1.12.



Figura 1.12 Cisco IP Communicator

1.4.1.3 ATA

El Adaptador de Teléfono Analógico o ATA (Analog Telephone Adapter figura 1.13), es un dispositivo que permite conectar un teléfono analógico clásico a una red de paquetes o IP. Generalmente utiliza protocolos SIP o IAX y funciona como un adaptador que a través del puerto Ethernet transforma al teléfono analógico en un teléfono IP.



Figura 1.13 ATA 187²¹

1.4.1.4 Router

El router es un equipo que se utiliza para interconexión de redes de computadores que reenvía paquetes de datos a través de una red interna hacia sus destinos, mediante el proceso conocido como enrutamiento. El enrutamiento ocurre en la capa tres o capa de red del modelo TCP/IP. Un router actúa como unión entre dos o más redes para transferir paquetes de datos entre las redes. Ver figura 1.14.



Figura 1.14 CISCO 3825²²

1.4.1.5 Switch

El OmniSwitch 6850 de Alcatel, es un conmutador Gigabit Ethernet L3 de configuración fija que ofrece las siguientes características principales:

²¹ Figura ATA 187. Obtenida de:

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps514/ps11026/data_sheet_c78-608596.html

²² Figura CISCO 3825. Obtenida de: <http://www.cisco.com/en/US/products/ps5857/index.html>

- Interfaces de triple velocidad 10/100/1000.
- Capacidad de apilamiento con redundancia de chasis virtual.
- Conmutación IPv4 y IPv6 capa-2 y capa-3.
- Calidad de servicio (QoS) mejorada para soportar aplicaciones críticas y triple-play.
- Funciones integrales de seguridad para control de acceso, aplicación de políticas y contención de ataques que permiten redes totalmente seguras.
- Software operativo de Alcatel (AOS) y Sistema de administración de red OmniVista (NMS) para facilitar las operaciones.



Figura 1.15 Alcatel-Lucent OmniSwitch OS6850-24²³

El equipo OS6850-24 mostrado en la figura 1.15, es un chasis apilable a L3 Gigabit Ethernet, no PoE, de configuración fija en factor de forma 1U con 20 conectores RJ-45 que se pueden configurar individualmente como 10/100/1000 BaseT, 4 puertos combo que se pueden configurar como 10/100/1000BaseT o 1000 BaseX.

La fuente de alimentación primaria y la fuente auxiliar del OS6850-24 son externas y se conectan en la parte posterior de la unidad. Se proporciona un estante con la unidad que se puede deslizar en la parte posterior del chasis y sirve para sostener las fuentes de alimentación 126W AC ó 120W DC.

²³ Figura Alcatel-Lucent OmniSwitch OS6850-24. Obtenida de:<http://enterprise.alcatel-lucent.com/?product=OmniSwitch6850&page=overview>

1.4.1.6 Gatekeepers

Los Gatekeepers son el centro de toda organización de la arquitectura de telefonía IP, están encargados de proveer los servicios más importantes a la red, como: direccionamiento, autorización y autenticación de los terminales y Gateways; manejo de ancho de banda, carga de llamadas a los terminales.

1.4.1.7 Gateway

El Gateway es el elemento encargado de enlazar la red telefónica convencional (RTB) y la red IP. Cuando un teléfono convencional trata de hacer una llamada IP, alguien tiene que encargarse de convertir la señal analógica en un caudal de paquetes IP, y viceversa, esta es una de las funciones del Gateway; también ofrece una manera de que un dispositivo no IP pueda comunicarse con otro IP. Por una parte se conecta a una central telefónica, y por la otra a una red IP, esto se logra con la ayuda 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)

1.4.1.7.1 Tarjetas FXO

FXO es el interfaz de central externa; es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono o aparato de fax, o el enchufe de su centralita telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO está adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina “dispositivo FXO”. Ver figura 1.16.



Figure 1.16 Tarjeta FXO

1.4.1.7.2 Tarjetas FXS

FXS es la interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada. Ver figura 1.17.

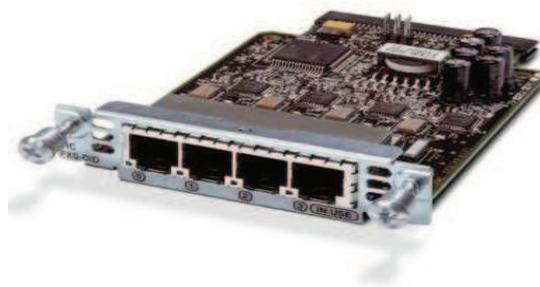


Figure 1.17 Tarjeta FXS

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL, ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL, ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS

2.1 INTRODUCCIÓN

EPETROECUADOR posee un sistema de comunicación microonda, que proporciona comunicación de voz y datos a cada una de las dependencias de la filial. Actualmente se encuentra conformado por varias redes de área local (LANs Local Area Networks) que se encuentran ubicadas en; Quito (Matriz y Beaterio), Santo Domingo, Ambato, Shushufindi, Esmeraldas, estaciones de bombeo y estaciones reductoras que se encuentran distribuidas a lo largo de los poliductos de PETROECUADOR REGIONAL NORTE.

Las redes LANs disponibles de PETROECUADOR REGIONAL NORTE se encuentran integradas a través de una red de área extendida (WAN Wide Area Network). Lo que permite una comunicación de voz y datos con todas las dependencias de la empresa, facilitando las actividades administrativas, así como las de transporte y comercialización de combustibles de forma coordinada.

2.2 RED WAN DE LA REGIONAL NORTE

La red WAN de la Regional Norte de EPETROECUADOR, utiliza el protocolo de encapsulación Frame Relay, la cual se encuentra integrada por Routers Motorola (Serie 6455, 6435 y 340) utilizando radio enlaces como medios de comunicación. De manera general la topología de la red WAN es una topología en estrella extendida, como se muestra en la figura 2.1.

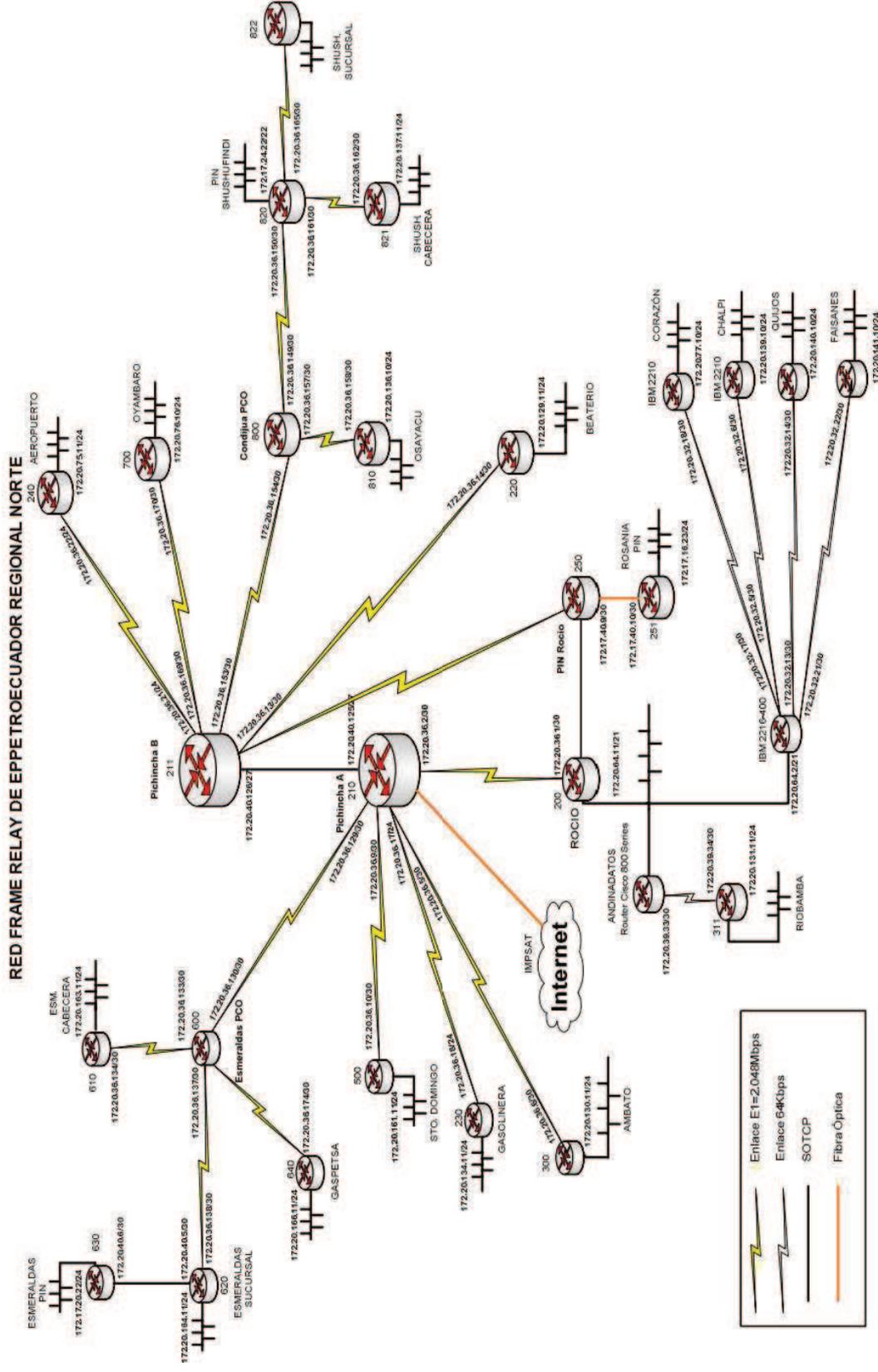


Figura 2.1 Red Frame Relay de EPPETROECUADOR Regional Norte

2.2.1 Subneteo e Interfaces de la Red WAN

Cada una de las filiales de EPPETROECUADOR tiene asignada una dirección de red diferente, en la Regional Norte su dirección es: 172.20.0.0, es decir es una red clase B; y a su vez esta red esta dividida en sub-redes (subneteada), de tal forma que cada red local tiene asignada una dirección de subred diferente al igual que cada par de interfaces seriales que están enlazadas, como se muestra en la siguiente tabla 2.1:

INTERFACES DE LA RED WAN DE EPPETROECUADOR- REGIONAL NORTE				
TERMINAL	NODO	IP LAN	IP WAN desde EL ROCIO	IP WAN REMOTO
Rocio	200	172.20.64.11/21		
Pichincha A	210		172.20.36.1/30	172.20.36.2/30
Pichincha B	211		172.20.40.125/27	172.20.40.126/27
Beaterio A	220	172.20.129.11/24	172.20.36.13/30	172.20.36.14/30
Beaterio B	221	172.20.129.12/24	172.20.36.29/30	172.20.36.30/30
Gasolinera	230	172.20.134.11/24	172.20.36.17/30	172.20.36.18/24
Aeropuerto	240	172.20.75.11/24	172.20.36.21/30	172.20.36.22/24
Pin Rocio	250			
Pin Rosania	251	172.17.16.23/24		
Ambato	300	172.20.130.11/24	172.20.36.5/30	172.20.36.6/30
Riobamba	311	172.20.131.11/24	172.20.97.131/24	172.20.39.34/30
Sto. Domingo	500	172.20.161.11/24	172.20.36.9/30	172.20.36.10/30
Sucursal Sto. Dom	-	172.20.162.11/24	172.20.32.94/30	172.20.32.93/30
Pco. Esmeraldas	600		172.20.36.129/30	172.20.36.130/30
Cabecera Esm.	610	172.20.163.11/24	172.20.36.133/30	172.20.36.134/30
Sucursal Esm.	620	172.20.164.11/24	172.20.36.137/30	172.20.36.138/30
Pin Esmeraldas	630	172.17.20.22/24	172.20.36.141/30	172.20.36.142/30
Oyambaro	700	172.20.76.10/24	172.20.36.169/30	172.20.36.170/30
Condijua	800		172.20.36.153/30	172.20.36.154/30
Osayacu	810	172.20.136.10/24	172.20.36.157/30	172.20.36.158/30
Pin Shushufindi	820	172.17.24.22/22	172.20.36.149/30	172.20.36.150/30
Cabecera Shush.	821	172.20.137.11/24	172.20.36.161/30	172.20.36.162/30
Sucursal Shush.	822	172.20.138.11/24	172.20.36.165/30	172.20.36.166/30
Rocio-Terminales	-		172.20.64.11/21	172.20.64.2/21
Corazón	-	172.20.77.10/24	172.20.32.5/30	172.20.32.6/30
Chalpi	-	172.20.139.10/24	172.20.32.13/30	172.20.32.14/30
Quijos	-	172.20.140.10/24	172.20.32.17/30	172.20.32.18/30

Tabla 2.1 Interfaces de la Red WAN de EPPETROECUADOR – Regional Norte

2.2.2 Protocolo de enrutamiento

Debido a la extensa red de EPPETROECUADOR y a las múltiples subredes de direcciones IP, además del constante crecimiento de aplicaciones y por ende de subredes (lo que ocasiona una red con cambios constantemente), se tiene implementado un protocolo de enrutamiento entre los diferentes routers que conforman la red.

Debido que los dispositivos de enrutamiento, se encuentran en un mismo sistema autónomo, se utiliza un protocolo de enrutamiento de puerta de enlace interior (IGP), teniendo dentro de esta categoría varios tipos de protocolos.

Los dos grandes grupos de protocolos del tipo IGP²⁴ son los protocolos por vector distancia y los protocolos de enrutamiento por estado de enlace. Al escoger algún protocolo de enrutamiento de uno de los dos grupos vamos a tener ventajas y desventajas de unos sobre los otros. Por lo que se escogió un protocolo híbrido que brinda lo mejor de los dos grupos, tanto de los protocolos por vector distancia como de los protocolos de enrutamiento por estado de enlace.

Por lo que el protocolo seleccionado para realizar el enrutamiento entre los routers y switches de capa 3 es EIGRP²⁵, el cual combina las ventajas de los protocolos de estado de enlace con las de los protocolos de vector de distancia.

²⁴ **Interior Gateway Protocol (IGP):** Protocolo de pasarela interno, hace referencia a los protocolos usados dentro de un sistema autónomo.

²⁵ **EIGRP** (Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado) es un protocolo de encaminamiento vector distancia y un protocolo de enrutamiento de link-state , propiedad de Cisco Systems.

2.3 TERMINAL SANTO DOMINGO.

El Terminal Santo Domingo se encuentra ubicado en el sector Chiguilpe, Km 10 vía a Quito, en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, cantón Santo Domingo, en su infraestructura está compuesto por una estación de bombeo, una estación reductora y tanques de almacenamiento.

2.3.1 Red LAN de la estación Santo Domingo

La red LAN de la estación Santo Domingo es la más grande después del Terminal Beaterio, igualmente cuenta con una red que proporciona el servicio de Internet, correo electrónico y aplicaciones cliente servidor que permiten el movimiento y comercialización interna de productos. Para dar servicio a cada uno de los departamentos de este Terminal entre ellos Sucursal, Jefatura de Terminal, Mantenimiento de Línea y Laboratorio se lo realiza a través de un backbone de fibra óptica, se utilizan convertidores de fibra a UTP para luego conectar todo estos departamentos a un switch ALCA TEL Omni 6850, el cual se encuentra en el departamento de Infraestructura y Comunicaciones, mientras que para los departamentos de Operaciones y Superintendencia se encuentran instalados en cada uno de ellos un switch ALCA TEL Omni 6850, los que se interconectan con el switch de Infraestructura y Comunicaciones.

A continuación se muestra un diagrama de red de la estación Santo Domingo (ver figura 2.2) :

TERMINAL SANTO DOMINGO RED LAN

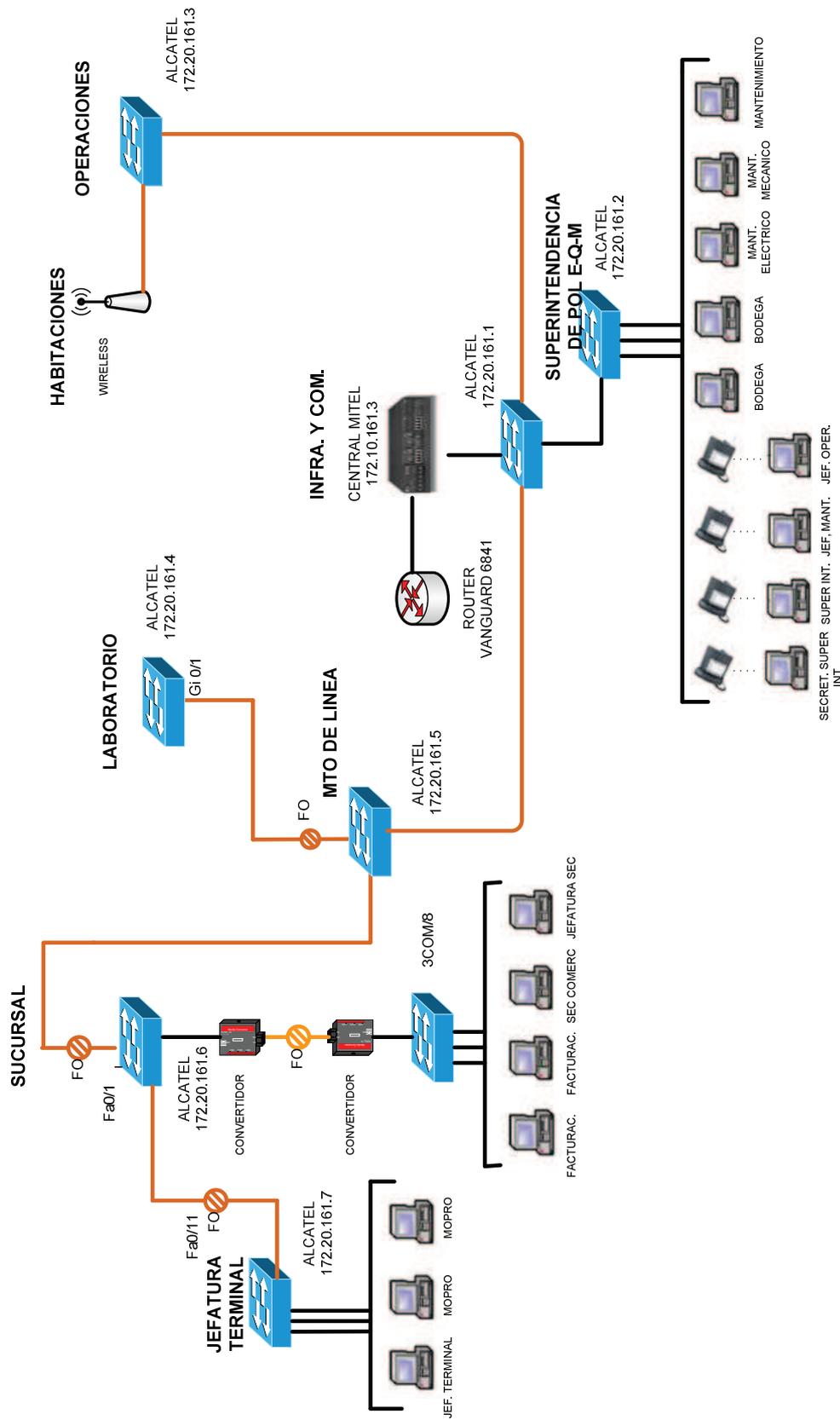


Figura 2.2 Red de Voz y Datos de Santo Domingo

2.3.2 Equipos de la red de Santo Domingo

Se utiliza el Router Vanguard 6841 (nodo 500), para comunicarse con la red WAN de EPPETROECUADOR.

En la siguiente tabla 2.2 se detalla los equipos que se encuentran funcionando en la estación Santo Domingo.

EQUIPO					
CANTIDAD	EQUIPOS	DEPARTAMENTOS	PC'S	Telf. IP	Ptos red
1	ALCATEL Omni Switch 6850	Mtto. de Línea	1	1	1
		Sucursal	1		2
		Jefatura Terminal	1	1	1
		MOPRO	1		2
		MOPRO	1	1	1
		Laboratorio	1	1	2
1	ALCATEL Omni Switch 6850	Jef. de Mantenimiento	1	1	2
		Jef. de Operaciones	1	1	2
		Superintendencia	2	2	4
		Mtto. Mecánico	1		1
		Mtto. Eléctrico	1		1
		Bodega	2	1	2
		Mantenimiento	1		1
1	ALCATEL Omni Switch 6850	Operaciones	1	1	2
1	3 COM	Facturación	1		1
		Facturación	1		1
		Secretaria Comercialización	1	1	1
		Jef. Sucursal	1	1	1

Tabla 2.2 Equipos de Trabajo en Santo Domingo

2.3.3 Direccionamiento

En la tabla 2.3 se detallan las distintas subredes que se utilizan en Santo Domingo, la división en subredes se hace en base de las aplicaciones.

SANTO DOMINGO			
Red	No. Vlan	Red IP	Máscara
Equipos Telecom	1	172.20.161.0	255.255.255.224
Libre	2	172.20.161.32	255.255.255.224
Datos	3	172.20.161.64	255.255.255.192
Libre	4	172.20.161.128	255.255.255.192
Industrial	5	172.20.161.192	255.255.255.192
Voz	6	172.20.161.0	255.255.255.128
Video seguridad	7	172.20.161.128	255.255.255.128
Video conferencia	8	172.20.161.48	255.255.255.240
Válvulas	10	172.20.161.0	255.255.255.0

Tabla 2.3 Subredes Santo Domingo

En Santo Domingo se cuenta con un switch de capa 3 marca ALCATEL entre la red y el router VANGUARD. Como se puede observar el direccionamiento de las subredes, no fue diseñado para la sumarización de direcciones, por lo que es un problema que se tomará en cuenta en el diseño.

En los nodos terminales se maneja una ruta por defecto para que todo el tráfico WAN sea enviado al nodo central del Edificio el Rocío por lo que la creación de cualquier nueva subred es transparente para los mismos. De esta manera la administración del enrutamiento cae en el nodo central lo que permite tener un cierto control en la creación de nuevas subredes en los nodos terminales. Este tipo de configuración genera una tabla de enrutamiento extensa creada manualmente en el nodo central, teniendo como ventaja que no hay consumo de ancho de banda de protocolos de enrutamiento.

2.3.3.1 Rango de Direcciones IP

La asignación de direcciones IP para las computadoras de Santo Domingo se dan en forma estática, así como para los routers, y el controlador de la Central IP (ver tabla 2.4).

Direcciones IP Santo Domingo Red 172.20.161.0/24 y 172.20.162.0/24	
Detalle	Descripción
172.20.161.11	Router Motorola Vanguard 6841
172.20.161.14	PC de Jef. de Mantenimiento
172.20.161.15	PC de Mantenimiento
172.20.161.16	PC de Jef. de Operación
172.20.161.17	PC de Mto. Eléctrico
172.20.161.18	PC de Bodega
172.20.161.19	PC de Bodega
172.20.161.25	PC de Secret. Superintendencia
172.20.161.26	PC de Superintendencia
172.20.161.37	PC de Mto. Mecánico
172.20.161.XX	PC de Jef. Mto. de Línea
172.20.161.XX	PC de Superintendencia Operaciones
172.20.161.20	CENTRAL TELEFÓNICA MITEL
172.20.161.21	RANGO DEL DHCP DE LA CENTRAL IP DE SANTO DOMINGO para los teléfonos IP.
172.20.161.40	
172.20.162.11	Router Motorola Vanguard 6841
172.20.162.12	PC de Facturación
172.20.162.13	PC de Facturación
172.20.162.14	PC de Comercialización
172.20.162.15	PC de Jefatura de Terminal
172.20.162.16	PC de MOPRO
172.20.162.XX	PC de MOPRO
172.20.162.XX	PC de Jefatura Sucursal

Tabla 2.4 Direcciones IP de Santo Domingo.

2.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES

2.4.1 Funcionamiento de la Telefonía en Santo Domingo

El sistema de telefonía en la estación Santo Domingo se lo maneja a través de la central Telefónica Mitel, utilizando el protocolo propietario MINET; la central también permite manejar el protocolo estándar SIP, pero bajo un esquema de licenciamiento adicional. Por otra parte la telefonía analógica se la maneja a través de ASUs (Unidades de Servicios Analógicas), teniendo también la posibilidad de llegar a otros terminales por medio de tarjetas de voz para los usuarios distantes

(FXS, Foreign Exchange Station) y tarjetas de voz cercanas a la central (FXO, Foreign Exchange Office) que poseen tanto los Multiplexores Bayly²⁶, como los routers Vanguard Motorola, aunque actualmente estos últimos no utilizan ambas tarjetas.

La forma de llegar desde La Matriz a la mayoría de los terminales, es a través de líneas analógicas virtuales creadas dentro de la red WAN Frame Relay, siendo necesaria la configuración de una tabla de rutas de voz en cada uno de los routers Vanguard, y de la instalación de tarjetas FXS en los routers donde van a llegar cada una de las extensiones. Además estas líneas analógicas pueden ser troncales de cualquier Central IP, como es el caso de la estación Santo Domingo. Este proceso se ilustra en la Figura 2.3.

De igual manera que con extensiones análogas, también se pueden llegar con extensiones IP de la Central Mitel de la Matriz a otros terminales, como: Beaterio, Santo Domingo, Osayacu y Oyambaro. Ver Tabla 2.5

TELEFONOS IP REMOTOS DE LA CENTRAL MITEL - MATRIZ				
Ext.	Lugar	Dirección MAC	Departamento	Unidad
5106	Beaterio	08:00:0F:0E:74:88	Superint. Terminales	Superint. Terminales y Depósito
5113	Beaterio	08:00:0F:0E:66:CC	Control de Calidad	Control de Calidad
5114	Beaterio	08:00:0F:0E:75:FC	Inspección Técnica	Inspección Técnica
5121	Beaterio	08:00:0F:0E:75:FB	Telecomunicaciones	Sistema y Telecomunicaciones
5236	Sto.Dom.	08:00:0F:0E:64:E2	Jefatura de Operac.	Superint. Polid. Esm-Sto.Dom- Quito-Mac.
5237	Sto.Dom.	08:00:0F:0E:99:8C	Jef. Mtto. De Línea	Superint. Polid. Esm-Sto.Dom- Quito-Mac.
5444	Osayacu	08:00:0F:0E:73:A8	Superintendencia	Superint. Poliducto Shushu. - Quito
5472	Oyambaro	08:00:0F:0E:72:A5	Secretaria	Superint. Terminales y Depósitos

Tabla 2.5 Teléfonos IP Remotos de la Central Mitel - Matriz

²⁶ Multiplexores: Son compactadores de canales de comunicación para telecomunicaciones.

FUNCIONAMIENTO DE LA TELEFONIA SANTO DOMINGO

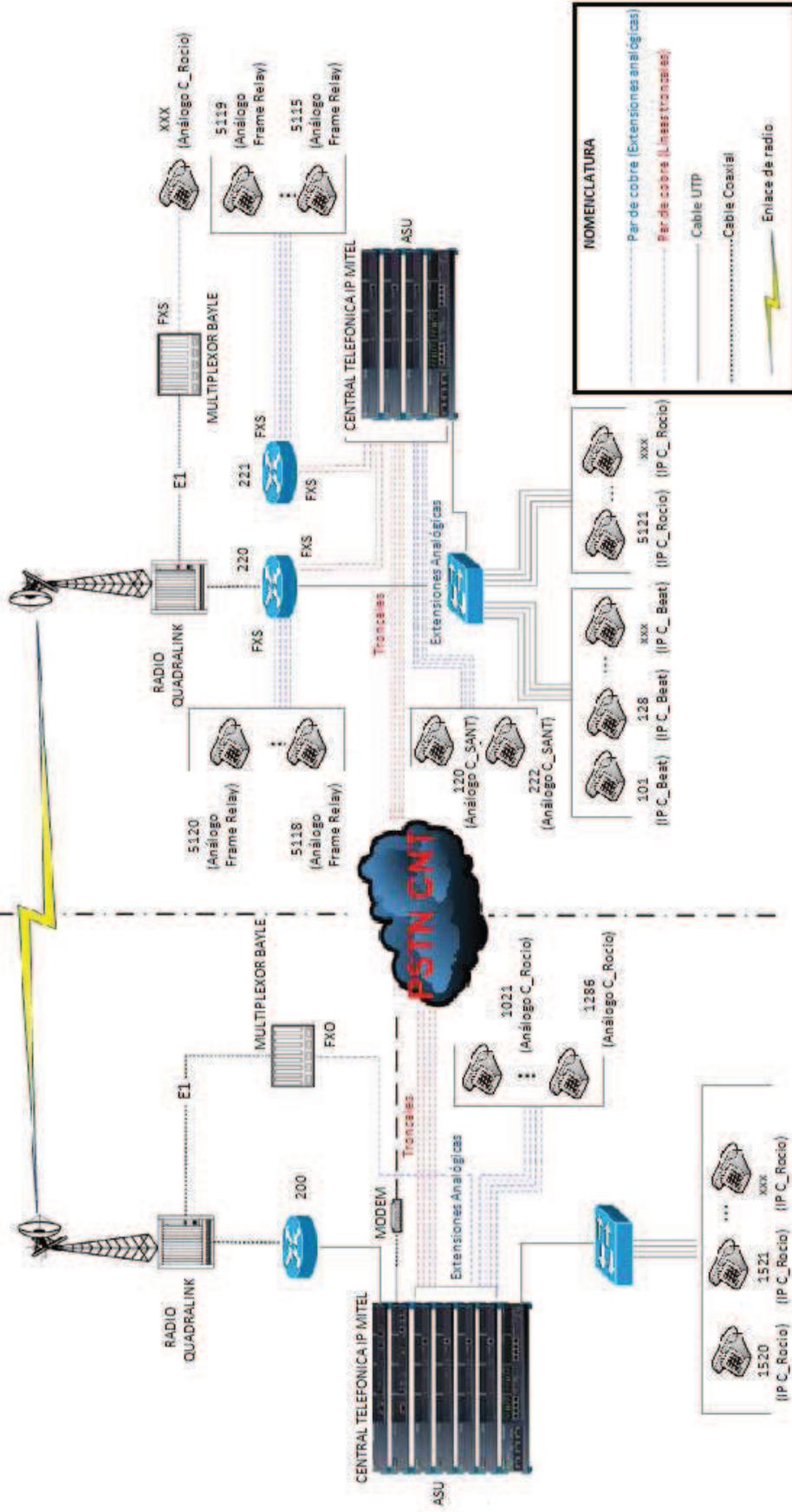


Figura 2.3 Funcionamiento de la Telefonía Santo Domingo

2.5 REQUERIMIENTOS

2.5.1 Dimensionamiento de Equipos

2.5.1.1 Routers

2.5.1.1.1 Características

Los equipos deben ser modulares, para crecimiento en interfaces de red y módulos de servicios especiales a nivel de hardware y de funciones especiales a nivel de software. El protocolo de enrutamiento que se manejará es estático, pero el equipo debe soportar adicional a éste protocolo, OSPF²⁷, que será necesario en el caso de cambiar de protocolo de enrutamiento o para permitir integrarse con equipos que no sean CISCO.

Para la comunicación entre los routers de borde y los radios Harris es necesario una comunicación Ethernet a 100 Mbps, por lo que el protocolo requerido sería IEEE 802.3u (Fast Ethernet). En los terminales en los que existe switches 3 COM no administrables, es conveniente reemplazarlos a través de una tarjeta que funcione como switch en los routers, esta deberá soportar el estándar de POE²⁸ 802.3af para alimentar teléfonos IP. Además, soportar el protocolo IEEE 802.1q, para las VLANs²⁹ existentes en las redes locales; y fuente redundante para asegurar el funcionamiento del equipo en caso de fallas de la fuente. Los routers deberán soportar protocolos de señalización SIP, H.323 y protocolos propietarios de la central. Además deberán soportar la migración a configuración de un sistema de supervivencia remoto con visión a futuro de adquirir una central dedicada de mayores prestaciones.

²⁷ OSPF (Open Shortest Path First): Es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP, que usa el algoritmo Dijkstra enlace-estado para calcular la ruta más corta posible.

²⁸ POE (Power over Ethernet): Es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

²⁹ VLAN (Virtual Lan): Es el método que se usa para crear redes lógicas(virtuales) dentro de redes físicas. Con VLANs podremos separar los ordenadores de una red en varias redes virtuales dependiendo de la VLAN que le asignemos.

Los requerimientos para telefonía se muestran en la tabla 2.6:

DESCRIPCIÓN	STO. DOMINGO
Línea CNT	12
E1 CNT	0
Extensiones IP	30
Extensiones Analógicas	27

Tabla 2.6 Requerimiento Telefonía Sto. Domingo

Un códec que mantiene la calidad de la voz en niveles aceptables y reduce considerablemente el ancho de banda utilizado es g.729, que ocupa 8 Kbps sin cabeceras, por lo que se recomienda mantener el códec utilizado en la red WAN. A nivel de LAN en las distintas sucursales y debido a la capacidad disponible no es inconveniente usar el códec g.711.

Debido al manejo de distintos códecs en los routers es necesario un recurso adicional que realice el transcoding. Para poder realizar llamadas entre teléfonos registrados en diferentes routers por lo que los equipos deben contar con módulos de procesamiento digital de señal integrado en hardware (Digital Signal Processor).

2.5.1.2 Tarjetería

2.5.1.2.1 Telefonía Analógica

En telefonía analógica existen dos tipos de puertos y datos de señalización.

Los puertos FXO (Foreign Exchange Office) y los puertos FXS (Foreign Exchange Station), ambos tipos brindan una comunicación bidireccional, es decir se puede escuchar y hablar al mismo tiempo.

2.5.1.2.1.1 FXO (Foreign Exchange Office)

Una interfaz FXO es la encargada de esperar a recibir las señales de llamada o ringing, esperan el tono y también dan la señal de estado colgado/descolgado.

2.5.1.2.1.2 FXS (Foreign Exchange Station)

La interfaz FXS conecta a una estación, estos puertos proveen del tono de marcado a la señal de llamada y actúan como troncal de telefonía, un FXS utiliza alrededor de 48 voltios DC para alimentar al teléfono durante la conversación y hasta 80 voltios AC (20 Hz) cuando genera el tono de llamada.

Se debe tener mucho cuidado de no conectar un punto FXS a una línea telefónica, ya que puede existir un potencial daño en el hardware debido a que ambas interfaces suministran energía.

2.5.1.3 Switches

2.5.1.3.1 Características

Debido a los requerimientos de enrutamiento de los switches deben tener funcionalidades de capa 3 y soportar el protocolo de enrutamiento EIGRP, además de los protocolos RIP v2, OSPF, que serán necesarios en el caso de cambiar de protocolo de enrutamiento o para permitir integrarse con equipos que no sean CISCO, estos deberán soportar el estándar 802.1q, el cual permite entender los formatos de los paquetes con que están formadas las VLANs para soporte de VLANs.

2.6 MODELOS DE EQUIPOS

EPETROECUADOR para escoger el modelo de equipos, tomó en cuenta los requerimientos antes expuestos, a la vez la necesidad de estandarizar la marca de equipos de networking.

2.6.1 ROUTERS CISCO 3825 CALL MANAGER EXPRESS (CCME)

El equipo cuenta con dos interfaces 1000 base T y un modulo SFP, soportan 802.1q y los protocolos SNMP versión 1, 2 y 3 además de los estándares RMON I y II, son equipos modulares para permitir crecimiento, soporta los protocolos de enrutamiento EIGRP, RIP versión 1 y 2, OSPF, BGP, IS-IS.

Tiene un performance de 350 Kpps el modelo 3825. La familia 3800 soporta el CME Bundle (Call Manager Express), solución de Cisco que permite integrar centrales telefónicas en los routers, permiten manejar los protocolos H.323, SIP y SCCP³⁰.

El modelo 3825 soporta 175 teléfonos. Además soportan el cambio a SRST sistema de supervivencia remota, en el caso de centralizar el sistema de telefonía en una sola central de mayores capacidades.

Para el dimensionamiento de la memoria Flash se debe tomar en cuenta qué información se guarda en la misma, entre las cuales se encuentra el IOS del Router que será el que más recursos consuma, el IOS tiene un tamaño aproximado de 50 Mbytes, además en la flash se guardan los archivos de configuración de los teléfonos y tonos.

El Router del nodo Santo Domingo deberá contar con la siguiente tarjetería:

- VIC2-2FXO 2 FXO para conexión de líneas CNT

³⁰ **SCCP** (Protocolo de control de llamadas Skinny)

- VIC2-4FXS 4 FXS para conexión de faxes

2.6.1.1 Funcionamiento

Teniendo como requisito la conectividad entre el teléfono y el Cisco Call Manager Express (CCME), ya sea por DHCP o por configuración manual, en nuestro caso el teléfono envía una solicitud al servidor DHCP para recibir el direccionamiento de la VLAN de voz. Cuando el DHCP Server recibe la solicitud le envía su direccionamiento IP, pero este servidor debe tener habilitada la opción 150, esta opción le permite emitir un Gateway para el teléfono IP, este Gateway es el servidor TFTP donde se encuentra configurado el perfil del teléfono, con esto sabrá el teléfono IP a quien tiene que enviarle todo el tráfico de voz en este caso las llamadas. Una vez que obtiene su dirección IP y conoce el servidor TFTP, contacta el servidor para descargar su configuración personal.

Una vez que tenga el archivo de configuración el teléfono, puede realizar llamadas. El establecimiento de la llamada se lo realiza en el CCME utilizando el protocolo SSCP o SIP. Una vez establecida la llamada el tráfico de voz ya no pasa por el CCME, dándose directamente entre los teléfonos IP, utilizando el protocolo RTP.

2.6.1.2 Códecs

Para la transmisión de señales de voz a través de la red es necesario el uso de códecs, éstos permiten la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el Códec utilizado se determinará el consumo de ancho de banda dentro de la red. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos. Entre los códecs utilizados encontramos los G.711, G.723.1 y el G.729 (especificados por la ITU-T).

2.6.1.2.1 G.711

Estándar ITU conocido como PCM, digitaliza la voz a una tasa de muestreo de 8Khz, utilizando 8 bits por muestra lo que genera una tasa de transmisión de 64Kbps. No realiza compresión basada en la naturaleza de las conversaciones telefónicas.

2.6.1.2.2 G.729³¹

Estándar ITU, comprime la voz utilizando la técnica de compresión de fuente, por lo que se los conoce como vocoders, específicamente utiliza la técnica CELP (códex de predicción lineal). Este codificador usa como señal de entrada tramas de 10 milisegundos, correspondientes a 80 muestras de voz, muestreadas a 8000Hz. De cada trama de entrada, el codificador determina los coeficientes de predicción lineal, índices del libro de código, y parámetros de ganancia, los cuales son codificados para su posterior envío.

2.6.1.3 DSP Digital Signal Processor (Procesador Digital de Señal)

Recurso que se utiliza principalmente para el transcoding (cambio de un códec a otro) entre dispositivos que manejan distintos códecs, generalmente se realiza el transcoding de G.711 a G.729. El recurso DSP tiene que ser registrado en el CCME para su utilización y es recomendable declarar solo los códecs que se utilizarán, debido a que el DSP soporta un número determinado de transcoding.

2.6.1.4 Dial Peers

Un dial peer es un direccionamiento a un punto final de una llamada, los dial peer establecen conexiones lógicas para completar una llamada end to end. La dirección es

³¹ Daniel Collins, Carrier grade voice over IP, McGraw-Hill Professional, 2002

llamada destination pattern, para lo que se definen patrones de números como destino. CCME soporta dos tipos de dial peers, que son:

- *POTS*. Conecta redes telefónicas tradicionales, tales como PSTN, PBX o teléfonos terminales. Provee una dirección para el dispositivo de borde, y apunta a un puerto específico de voz al que se conecta el dispositivo.

- *VOIP*. Permite conexiones sobre una red de paquetes. Provee una dirección para el dispositivo de borde, asocia la dirección destino con el siguiente salto, que es la dirección del interfaz del siguiente router.

2.7 TELEFONO IP 7945G

El teléfono IP de Comunicaciones Unificadas de Cisco 7945G, permitirán establecer comunicación por voz a través de la misma red de datos; podrá realizar y recibir llamadas telefónicas, situar llamadas en espera, realizar marcaciones rápidas, transferir llamadas, realizar conferencias, etc.

Además de las funciones básicas de gestión de llamadas, el teléfono puede proporcionar funciones con una productividad ampliada que aumentan las capacidades de gestión de llamadas. Dependiendo de su configuración, el teléfono es compatible con lo siguiente:

Compatible con SIP y SCCP

Es posible configurar el teléfono para que funcione con uno de los dos protocolos de señalización siguientes: SIP (Protocolo de inicio de sesión) compatible con Cisco

Unified Communications Manager Express versión 4.0 o SCCP (Protocolo de control de llamadas Skinny). El administrador del sistema es quien determina la configuración.

Las funciones del teléfono pueden variar dependiendo del protocolo. Para saber el protocolo que está utilizando el teléfono, puede preguntárselo al administrador del sistema o comprobarlo en el menú del teléfono.

CAPITULO III

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

CAPITULO III

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

3.1 MODELO DE CONFIGURACIÓN ROUTERS

La configuración del router lo realicé a través de su puerto serial de la consola, con la ayuda del emulador de terminal "HyperTerminal".

A continuación el procedimiento de acceso y configuración del emulador de terminal "HyperTerminal" para proceder a la configuración del router.

En la mayoría de las versiones de Windows se puede encontrar HyperTerminal al navegar en **Inicio > Programas > Accesorios > Comunicaciones > HyperTerminal**.

Paso 1: Cree una nueva conexión.

Abra HyperTerminal para crear una nueva conexión al router. Ingrese una descripción adecuada en el cuadro de diálogo **Descripción de la conexión** y luego haga clic en **Aceptar**. Ver figura 3.1



Figura 3.1 Creación de una nueva conexión en el Hipertermia

Paso 2: Asigne el puerto COM1.

En el cuadro de diálogo **Conectar a**, asegúrese de que esté seleccionado el puerto serial correcto en el campo **Conectar usando**, ya que la mayoría de computadoras cuentan con más de un puerto COM. Haga clic en **Aceptar**. Ver figura 3.2.



Figura 3.2 Asignación del puerto COM1

Paso 3: Establezca las propiedades de COM1.

En el cuadro de diálogo **Propiedades de COM1** en Configuración del puerto, al hacer clic en **Restaurar predeterminados** generalmente se establecen las propiedades correctas. De no ser así, establezca las propiedades para los valores como se muestran en la figura 3.3 y luego haga clic en **Aceptar**.

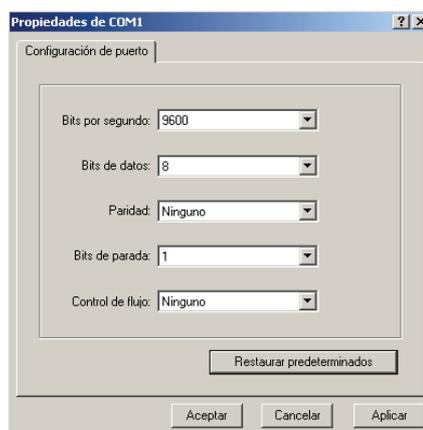


Figura 3.3 Establecer las propiedades de COM1

Una vez que la ventana terminal esté abierta, presione la tecla **Intro**. Deberá haber una respuesta del router. Si la hay, significa que la conexión se ha realizado con éxito.

3.1.1 Configuraciones básicas

Las configuraciones básicas que se realizarán en el router y switch, serán: nombre, mensaje de acceso, deshabilitación de resolución de nombres, usuarios con acceso al equipo, contraseña del enable, autenticación en la línea de consola y líneas vty por ssh para acceso remoto.

3.1.1.1 Nombre del Equipo

Tiene como objeto tener un identificativo del equipo al que se encuentra conectado.

- Nombre del Router de Santo Domingo: STO.DOMINGO

Configuración del Router de Santo Domingo:

```
router >en
```

```
router #conf t
```

```
router(config)#hostname STO.DOMINGO
```

```
STO.DOMINGO(config)#end
```

3.1.1.2 Mensaje de acceso

Tiene como objeto rechazar a usuarios no autorizados que intenten acceder al equipo.

```
STO.DOMINGO(config)# banner motd #EPPETROECUADOR.SOLO PERSONAL  
AUTORIZADO, CALL MANAGER STO. DOMINGO!#
```

3.1.1.3 Deshabilitación de resolución de nombres

Tiene como objeto desactivar la traducción de nombre y dirección del dispositivo, ya sea éste un Router o Switch. Después de agregar esa instrucción, cualquier error de digitación en el dispositivo, simplemente enviará el mensaje indicando que el comando es desconocido o que no ha podido localizar el nombre de host.

```
STO.DOMINGO(config)#no IP domain-lookup
```

3.1.1.4 Configuración de autenticación

3.1.1.4.1 Contraseña de enable

Tiene como objeto la protección del acceso al modo de privilegios. Además, no se deberán manejar claves de menos de 8 caracteres.

```
STO.DOMINGO>enable
```

```
STO.DOMINGO#configure terminal
```

```
STO.DOMINGO(config)#enable secret santodomingo
```

```
STO.DOMINGO(config)#enable
```

```
STO.DOMINGO(config)#
```

3.1.1.4.2 Usuarios con acceso al equipo

Tiene como objeto la creación de usuarios para autenticación local de acceso al equipo, se da un nivel de privilegios de 15 que es el máximo para equipos CISCO.

STO.DOMINGO(config)#username usertics privilege 15 secret omegmatpco

Para que las contraseñas sean almacenadas en el archivo de configuración en texto plano se utiliza el parámetro secret tanto en la contraseña del enable como en la de los usuarios, por tanto se aplica la función de hash MD5³², y se muestra el resultado en los archivos de configuración.

3.1.1.4.3 Autenticación de la línea de consola

Tiene como objeto proteger el acceso a configuración por consola.

STO.DOMINGO(config)#line console 0

STO.DOMINGO(config-line)#login local

3.1.1.4.4 Acceso remoto con SSH y autenticación

SSH o Security Shell tiene como objeto permitir accesos remotos, con niveles de seguridad, la información que se intercambia no se transmite en texto plano.

SSH provee soporte para autenticación basada en usuario/contraseña y autenticación basada en RSA³³ por tal motivo supera a Telnet que envía los paquetes en texto plano.

STO.DOMINGO(config)#IP domain-name STO.DOMINGO.pco.com

(Cisco se basa en estas 2 variables para generar las claves RSA. El nombre y el Dominio para generarlas)

STO.DOMINGO(config)#crypto key generate rsa 1024

³² **MD5 (Message-Digest Algorithm 5 o Algoritmo de Firma de Mensajes 5):** Es el algoritmo hash más usado. Procesa mensajes de una longitud arbitraria en bloques de 512 bits generando un compendio de 128 bits.

³³ **RSA (Rivest, Shamir y Adleman):** Es un [sistema criptográfico de clave pública](#). Es el primer y más utilizado algoritmo de este tipo y es válido tanto para cifrar.

(Genera las claves RSA con un tamaño de 1024 bits)

```
STO.DOMINGO(config)#IP ssh time-out 30
```

(Configura el tiempo de espera antes de terminar la sesión)

```
STO.DOMINGO(config)#IP ssh authentication-retries 3
```

(Configura el número máximo de intentos fallidos)

```
STO.DOMINGO(config)#IP ssh version 2
```

(Habilitación del SSH³⁴ versión 2)

```
STO.DOMINGO(config)#username STODOMINGO privilege 15 password infrastoep
```

(Configura los Usuario que tendrán acceso vía SSH y los privilegios)

```
STO.DOMINGO(config)#line vty 0 4
```

(Línea donde se aplica SSH)

```
STO.DOMINGO(config-line)#transport input ssh
```

(Activa el SSH en la Line VTY)

```
STO.DOMINGO(config-line)#login local
```

(Habilita ssh para acceso remoto y autentica el acceso localmente)

3.1.1.4.5 Configuración Clock

El router tiene un calendario interno que mantiene la fecha y hora si se reinicia el router.

Para activar este calendario se usa el comando `clock calendar-valid`.

```
clock calendar-valid
```

```
no network-clock-participate slot 1
```

³⁴**SSH 2:** Hace uso de muchos algoritmos de cifrado, no es vulnerable a un hueco de seguridad que potencialmente no permite a un intruso insertar datos en la corriente de comunicación.

3.1.1.5 Configurar DHCP en router Cisco

Para que los teléfonos reciban una IP dinámicamente es necesario que el router sea un servidor DHCP. Para ello se configura lo siguiente.

1. Excluir las direcciones IP's que vamos a utilizar para los dispositivos de red como routers, switches; estas direcciones las utilizaremos de manera estática para las interfaces del router, IP de administración, entre otros. El comando para excluir las direcciones IP del servidor DHCP se utiliza en el modo de configuración global y es el siguiente:

```
STO.DOMINGO(config)#service dhcp
```

(Ejecutamos el servicio)

```
STO.DOMINGO(config)#IP dhcp excluded-address 172.15.161.1 172.15.161.4
```

(Le damos un rango de IPs a excluir del direccionamiento)

2. Definir el Pool DHCP

```
STO.DOMINGO(config)#IP dhcp pool STODGOVOZ
```

(Le damos un nombre al ámbito de direccionamiento)

```
STO.DOMINGO(DHCP-config)#network 172.15.161.0 255.255.255.0
```

(Le decimos el ámbito de LAN_AWO en este caso)

```
STO.DOMINGO(DHCP-config)#default-router 172.15.161.5
```

(Señalamos la IP que vamos a indicarle a los host como puerta de enlace)

```
STO.DOMINGO(DHCP-config)#option 150 IP 172.15.161.5
```

(La opción 150 permite que los teléfonos descarguen del router su imagen vía tftp)

3.1.1.6 Configuración de Interfaces

Las interfaces que se configuran son tanto internas como la de los enlaces WAN.

```
STO.DOMINGO(config)#interface GigabitEthernet0/0
```

```
STO.DOMINGO(config-if)#description SALIDA_DHCP_CALL_MANAGER
```

```
STO.DOMINGO(config-if)#IP address 172.15.161.5 255.255.255.0
```

```
STO.DOMINGO(config)#interface GigabitEthernet0/1
```

```
STO.DOMINGO(config-if)#description INTERFAZ_CONEXION_RED_EMPRESARIAL
```

```
STO.DOMINGO(config-if)#IP address 172.20.161.30 255.255.255.224
```

3.1.1.7 Enrutamiento

3.1.1.7.1 Rutas Estáticas por Defecto

Una ruta estática por defecto, es aquella que siempre va a coincidir con los paquetes cuya red de destino, no se encuentre disponible en la tabla de enrutamiento ya que su dirección de red y máscara de subred es 0.0.0.0; Su sintaxis es:

```
STO.DOMINGO(config)#ip route route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.161.11
```

```
router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 { ip-siguiente-salto }
```

3.1.1.7.2 Vlan

En los equipos de Cisco Systems la VLAN nativa por defecto es la VLAN 1.

```
interface Vlan1
description $ES_LAN$
```

3.2 TELEFONÍA CISCO

La central telefónica CISCO CALL MANAGER EXPRESS permite la configuración tanto del protocolo de propiedad de CISCO SCCP como el estándar SIP.

Debido a que el ruteador soporta tanto el protocolo SCCP como SIP, se pueden utilizar los teléfonos MITELE con los que se cuenta en la actualidad, debido a que soportan SIP, más los teléfonos con soporte SCCP los Cisco 7945G.

3.2.1 Configuración de SCCP

En primer lugar se cargan los archivos correspondientes a los modelos de los teléfonos Cisco 7945G, se especifica la dirección IP de la subred de datos para que los teléfonos puedan descargarse de su configuración por tftp. También se fija el número de teléfonos posibles (160) y el máximo número de dn (200).

A continuación se configura el servidor TFTP en el router:

```
tftp-server flash:P00308010200.bin
tftp-server flash:P00308010200.loads
tftp-server flash:P00308010200.sb2
tftp-server flash:P00308010200.sbn
```

Ahora se crean los ficheros de los teléfonos en el Call Manager a partir de los archivos .bin que se acaban de cargar.

El protocolo SCCP se configura para los teléfonos Cisco 7945G. El servicio que utiliza la configuración de SCCP es telephony-service.

```
STO.DOMINGO(config)# telephony-service
```

```
load 7945 P00308010200
```

```
STO.DOMINGO(config-telephony)#ip source-address 172.15.161.5 port 2000
```

(Asocia el servicio con un socket (dirección IP y puerto), por defecto SCCP escucha en el puerto 2000)

```
STO.DOMINGO(config-telephony)#max-ephones 160
```

(Configura el número máximo de teléfonos a configurarse)

```
STO.DOMINGO(config-telephony)#max-dn 200
```

(Configura el número máximo de extensiones a configurarse)

Conferencia a doce

Para permitir conferencias entre tres teléfonos es necesario añadir el comando

```
telephony-service
```

```
max-conferences 12 gain -6
```

3.2.2 Configuración de SIP

El servicio que utiliza la configuración de SIP es voice register, las líneas a configurar se denominan dn, y los teléfonos se denominan pool.

```
STO.DOMINGO(config)#voice service voip
```

```
STO.DOMINGO(conf-voi-serv)#allow-connections sip to sip
```

(Permite las llamadas de extensiones sip a sip)

```
STO.DOMINGO(conf-voi-serv)#sip
```

```
STO.DOMINGO (conf-serv-sip)#registrar server expires max 600 min 60
```

(Habilita el servicio para registro de extensiones SIP, configura un tiempo mínimo y máximo de expiración dado en segundos)

3.2.3 Configuración de las tarjetas analógica FXS y FXO

Cuando se inserta una tarjeta de voz analógica en un router Cisco con una versión soportada del software de voz IOS, el router detecta automáticamente y añade las nuevas interfaces de voz para la configuración.

Para configurar las tarjetas se necesita utilizar los comandos “voice port” y “dial peer”. Estos comandos permiten la configuración de las interfaces de voz (tarjetas FXS o FXO), el primero en su aspecto físico (tipo de tono, cancelación de eco, atenuación) y el segundo en su aspecto lógico.

A nivel lógico, existen dos tipos diferentes de interfaces de voz POTS (Plain Old Telephony Service) y VOIP, que podemos configurar a través de los comandos “dial-peer”, es decir configuración de un vecino de marcación o iguales de marcación. Los “dial-peer” son bidireccionales, es decir se utilizan tanto para llamadas entrantes como salientes. Las características asociadas a cada uno de ellos son:

- POTS: vecino de telefonía tradicional o analógica, al cual configuraremos el identificativo E.164 (número E.164 asociado al teléfono) utilizando para ello el comando “destinationpattern” y puerto físico al que se vincula, es decir donde está conectado en el router (módulo/slot), utilizando para ello el comando “port”. Los POTS pueden estar asociados tanto a tarjetas FXS, en cuyo caso el destino asociado es el propio número del teléfono directamente conectado y para tarjetas

FXO, donde el destino asociado es todo el rango de marcación accesible por dicho puerto.

- VOIP (Voice over IP): vecino de telefonía sobre IP, el cual configuraremos con un identificador E.164 (número E.164 asociado al teléfono) utilizando para ello el comando “destinationpattern” y la dirección IP de la entidad que va a atender/gestionar dicha llamada, utilizando para ello el comando “session target ipv4:”. Mecanismo utilizado para transferir la llamada.

Antes de realizar ninguna configuración, vamos a ver que el router ha detectado las tarjetas de voz FXS y FXO. Para realizar estas comprobaciones utilizamos el comando:

```
show run
```

Tras la ejecución del comando en el router, obtendremos la siguiente lista de puertos de voz disponibles:

➤ **Puertos FXO**

```
voice-port 0/2/0
description TRONCAL CNT 1
!
voice-port 0/2/1
description TRONCAL CNT 2
!
voice-port 0/2/2
connection plar 4000
description TRONCAL CNT 3
!
```

```
voice-port 0/2/3
description TRONCAL CNT 4
!
voice-port 0/3/0
description TRONCAL 4 DIGITOS 1
!
voice-port 0/3/1
description TRONCAL 4 DIGITOS 2
!
voice-port 0/3/2
connection plar 108
description ext 108 mitel
!
voice-port 0/3/3
connection plar 208
description ext 208 mite

voice-port 1/0/0
description TRONCAL1_4DIGITOS
!
voice-port 1/0/1
description TRONCAL2_4DIGITOS
!
voice-port 1/0/2
description TRONCAL3_4DIGITOS
!
voice-port 1/0/3
description TRONCAL4_4DIGITOS
```

A los puertos FXO, para que se haga más fácil trabajar con ellos les asigne una descripción.

➤ **Puertos FXS**

voice-port 2/0/0

!

voice-port 2/0/1

!

voice-port 2/0/2

!

voice-port 2/0/3

!

voice-port 2/0/4

!

voice-port 2/0/5

!

voice-port 2/0/6

!

voice-port 2/0/7

!

voice-port 2/0/8

!

voice-port 2/0/9

!

voice-port 2/0/10

!

voice-port 2/0/11

!

voice-port 2/0/12

!

voice-port 2/0/13

!

voice-port 2/0/16

!

voice-port 2/0/17

```
!  
voice-port 2/0/18  
!  
voice-port 2/0/19  
!  
voice-port 2/0/20  
!  
voice-port 2/0/21
```

3.2.4 CONFIGURACION DEL DIAL-PEERS

Enrutamiento de Llamadas / Dial Planes

Para el enrutamiento entre extensiones de distintas centrales es necesaria la creación de dial peer, con el patrón de las llamadas, y la dirección de la central remota.

3.2.4.1 Clase Configuración de Restricciones (COR)

Uno de los métodos para restringir las llamadas entrantes y salientes no autorizadas es usar los comandos COR (Class o Restriction). La configuración que aparece en el siguiente ejemplo:

1.- Configuración de acceso telefónico COR nivel personalizado y asignar un nombre significativo que especifica el modo COR:

```
dial-peer cor custom  
  
name local  
  
name internas  
  
name regional  
  
name celular  
  
name 4digitos
```

```
name INTENDENTE
name SUCURSAL
name TERMINAL
name INTEGRACIONCME
```

2.- Crear las listas reales de las restricciones que se aplican al dial-peer.

```
dial-peer cor list cal llocal
member local
!
dial-peer cor list call internas
member internas
!
dial-peer cor list call regional
member regional
!
dial-peer cor list call celular
member celular
!
dial-peer cor list user local
member local
member internas
member 4digitos
member INTEGRACIONCME
!
```

dial-peer cor list user regional

member local

member internas

member regional

member 4digitos

member INTEGRACIONCME

!

dial-peer cor list user celular

member local

member internas

member regional

member celular

member 4digitos

member INTEGRACIONCME

!

dial-peer cor list call4digitos

member 4digitos

!

dial-peer cor list user4digitos

member internas

member 4digitos

!

dial-peer cor list callINTENDENTE

member INTENDENTE

!

dial-peer cor list callSUCURSAL

member SUCURSAL

!

dial-peer cor list callTERMINAL

member TERMINAL

!

dial-peer cor list userINTENDENTE

member local

member internas

member regional

member celular

member 4digitos

member INTENDENTE

!

dial-peer cor list userSUCURSAL

member local

member internas

member regional

member celular

member 4digitos

member SUCURSAL

!

dial-peer cor list userTERMINAL

member local

member internas

member regional

member celular

member 4digitos

member TERMINAL

!

dial-peer cor list callintegracioncme

member INTEGRACIONCME

dial-peer voice 2 pots

(Define dial-peer para acceso a línea externa)

corlist outgoing calllocal

description LLAMADAS LOCALES, SALE POR PUERTO 0/2/0

destination-pattern 9[2-3].....

(Marcando 9 se obtiene línea)

port 0/2/0

!

dial-peer voice 3 pots

(Define dial-peer para acceso a línea externa)

corlist outgoing calllocal

description LLAMADAS LOCALES, SALE POR PUERTO 0/2/1

destination-pattern 92.....

(patrón de destino)

port 0/2/1

(genera señal de ring en el puerto FXS)

prefix 2

(El **prefix** de comando se puede utilizar para añadir dígitos específicos para el comienzo de la cadena marcada antes de su transmisión a la interfaz de telefonía.)

!

dial-peer voice 4 pots

corlist outgoing calllocal

description LLAMADAS LOCALES, SALE POR PUERTO 0/2/2

destination-pattern 92.....

port 0/2/2

prefix 2

!

dial-peer voice 5 pots

corlist outgoing calllocal

description LLAMADAS LOCALES, SALE POR PUERTO 0/2/3

destination-pattern 92.....

port 0/2/3

prefix 2

!

dial-peer voice 20 pots

corlist outgoing callregional

destination-pattern 90[1-8].....

port 0/2/0

prefix 0

!

dial-peer voice 40 pots

corlist outgoing callcelular

destination-pattern 909.....

port 0/2/0

prefix 09

!

dial-peer voice 60 pots

corlist outgoing call4digitos

destination-pattern 8[1-8]...

port 0/3/0

!

dial-peer voice 61 pots

corlist outgoing call4digitos

destination-pattern 8[1-8]...

port 0/3/1

!

dial-peer voice 62 pots

destination-pattern 7...

port 0/3/2

!

dial-peer voice 63 pots

corlist outgoing call4digitos

destination-pattern 8[1-8]...

port 0/3/3

!

dial-peer voice 21 pots

corlist outgoing callregional

description LLAMADAS REGIONALES, SALE POR PUERTO 0/2/1

destination-pattern 90[1-8].....

port 0/2/1

prefix 0

!

dial-peer voice 22 pots

corlist outgoing callregional

description LLAMADAS REGIONALES, SALE POR PUERTO 0/2/2

destination-pattern 90[1-8].....

port 0/2/2

prefix 0

!

dial-peer voice 23 pots

corlist outgoing callregional

description LLAMADAS REGIONALES, SALE POR PUERTO 0/2/3

destination-pattern 90[1-8].....

port 0/2/3

prefix 0

!

dial-peer voice 41 pots

corlist outgoing callcelular

description LLAMADAS CELULAR, SALE POR PUERTO 0/2/1

destination-pattern 909.....

port 0/2/1

prefix 09

!

dial-peer voice 42 pots

corlist outgoing callcelular

description LLAMADAS CELULAR, SALE POR PUERTO 0/2/2

destination-pattern 909.....

port 0/2/2

prefix 09

!

dial-peer voice 43 pots

corlist outgoing callcelular

description LLAMADAS CELULAR, SALE POR PUERTO 0/2/3

destination-pattern 909.....

port 0/2/3

prefix 09

!

dial-peer voice 64 pots

corlist outgoing call4digitos

destination-pattern 8[1-8]...

port 1/0/0

!

dial-peer voice 65 pots

corlist outgoing call4digitos

destination-pattern 8[1-8]...

port 1/0/1

!

```
dial-peer voice 66 pots
  corlist outgoing call4digitos
  destination-pattern 8[1-8]...
  port 1/0/2
!
```

```
dial-peer voice 67 pots
  corlist outgoing call4digitos
  destination-pattern 8[1-8]...
  port 1/0/3
!
```

```
dial-peer voice 68 voip
  destination-pattern 66..
  (Redirige una llamada dirigida al interno 66)
  session target ipv4:172.15.129.10
  (A través del enlace serial (sobre IP) hacia el Router1)
!
```

```
dial-peer voice 69 voip
  destination-pattern 5...
  session target ipv4:172.15.76.10
```

3.2.5 Configuración de Extensiones

```
STO.DOMINGO(config)#ephone-dn 1 dual-line
```

(Se le asigna una etiqueta numérica a la extensión (1), se configura como dual-line para que permita dos llamadas por botón, llamada saliente y entrante)

```
STO.DOMINGO(config-ephone-dn)#number 200
```

(Se le asigna un número a la extensión)

```
STO.DOMINGO(config-ephone-dn)#name USER1
```

(Se coloca el nombre del usuario de la extensión)

```
STO.DOMINGO(config-ephone-dn)#label USER1
```

(Se coloca una etiqueta, opcional)

STO.DOMINGO(config-ephone-dn)#corlist incoming usercelular

(Especifica la lista de COR que se utilizará cuando se trata de los pares de línea entrante)

3.2.5.1 Configuración teléfono

STO.DOMINGO (config)#ephone 1

(Se le asigna una etiqueta numérica al teléfono)

STO.DOMINGO (config-ephone)#mac-address 0021.00E6.F0F2

(Permite el registro solo al cliente con la MAC configurada)

STO.DOMINGO (config-ephone)#button 1:1

(Asocia al botón 1 del teléfono la línea configurada como 1)

STO.DOMINGO (config-ephone)#type 7945

(Configura el tipo de teléfono)

3.2.5.2 Configuración softphone

STO.DOMINGO config)#ephone 30

(Se le asigna una etiqueta numérica al teléfono)

STO.DOMINGO (config-ephone)#mac-address 0021.7085.DF51

(Permite el registro solo al cliente con la MAC del computador)

STO.DOMINGO (config-ephone)#button 1:30

(Asocia al botón 1 del teléfono la línea configurada como 30)

STO.DOMINGO (config-ephone)#type CIPC

(CIPC quiere decir CISCO IP COMMUNICATOR, podemos asignar para softphone).

3.2.5.3 Configuración ATA

STO.DOMINGO (config)#ephone 31

(Se le asigna una etiqueta numérica al teléfono)

STO.DOMINGO (config-ephone)#mac-address 04FE.7F68.8EBC

(Permite el registro solo al cliente con la MAC del computador)

STO.DOMINGO (config-ephone)#button 1:31

(Asocia al botón 1 del teléfono la línea configurada como 30)

STO.DOMINGO (config-ephone)#type ata

(Configurar tipo ATA).

3.2.6 Configuración de DSP para transcoding

Los DSP serán utilizados para realizar el transcoding entre códecs g711 y g729.

voice-card 0

(Identifica donde se ubica la tarjeta para DSP)

dspfarm

dsp services dspfarm

(Habilita el servicio dspfarm, que permitirá definir el perfil para el transcoding)

sccp local Vlan1001

(Asocia sccp a un puerto determinado del router)

sccp ccm 172.21.64.4 identifier 1

sccp

(Se crea un grupo asociado a la aplicación sccp que luego se asociará al perfil del dspfarm

sccp ccm group 1

associate ccm 1 priority 1

associate profile 1 register mtpfcfbfb357d40

Se indica los códec que soportará el transcoding

dspfarm profile 1 transcode

codec g711ulaw

codec g729r8

Se configura el número máximo de sesiones simultáneas que puede soportar

maximum sessions 16

Se asocia a la aplicación que utilizará los dsp

associate application SCCP

3.3 MODELO DE CONFIGURACIÓN SWITCH

```
user admin password alcatellucent
system name Telecom-Sto-Dgo
system location "ESTACION SANTO DOMINGO"
aaa authentication default local
vlan 1
  igmp-snooping enable
#
vlan 3
  name datos
#
vlan 4
#
vlan 5
#
vlan 6
  name voz
#
vlan 7
#
vlan 8
#
```

```
vlan 9
#
vlan 10
#
vlan 20
#
interface Vlan-interface1
 ip address 172.20.161.8 255.255.255.224
#
interface Vlan-interface3
#
interface Vlan-interface4
#
interface Vlan-interface20
 ip address 172.15.161.7 255.255.255.0
#LOCCFG. MUST NOT DELETE
#
interface Aux1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 poe enable
 stp edged-port enable
 port link-type trunk
 port trunk permit vlan all
 broadcast-suppression pps 3000
 undo jumboframe enable
 apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 poe enable
 stp edged-port enable
 port link-type trunk
 port trunk permit vlan 1 3 20
```

```
port trunk pvid vlan 3
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/3
poe enable
stp edged-port enable
port link-type trunk
port trunk permit vlan 1 3 20
port trunk pvid vlan 3
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/4
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/5
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/6
poe enable
```

```
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/7
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/8
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/9
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/10
poe enable
stp edged-port enable
```

```
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/11
poe enable
stp edged-port enable
port link-type trunk
port trunk permit vlan all
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/12
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/13
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/14
poe enable
stp edged-port enable
```

```
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/15
poE enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/16
poE enable
stp edged-port enable
port link-type trunk
port trunk permit vlan 1 3 20
port trunk pvid vlan 3
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/17
poE enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
```

```
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/18
poE enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
interface GigabitEthernet1/0/19
poE enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
port access vlan 3
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
interface GigabitEthernet1/0/20
poE enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
interface GigabitEthernet1/0/21
```

```
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
```

```
interface GigabitEthernet1/0/22
```

```
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
```

```
interface GigabitEthernet1/0/23
```

```
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
```

```
#
```

```
interface GigabitEthernet1/0/24
```

```
poe enable
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
```

```
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/25
stp edged-port enable
port link-type trunk
port trunk permit vlan all
broadcast-suppression pps 3000
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/26
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
shutdown
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/27
stp edged-port enable
broadcast-suppression pps 3000
shutdown
undo jumboframe enable
apply qos-profile default
#
interface GigabitEthernet1/0/28
```

```
stp edged-port enable

broadcast-suppression pps 3000

shutdown

undo jumboframe enable

apply qos-profile default

#

interface Cascade1/2/1

#

interface Cascade1/2/2

#TOPOLOGYCFG. MUST NOT DELETE

#GLBCFG. MUST NOT DELETE

#

interface NULL0

#

voice vlan mac-address 0001-e300-0000 mask ffff-ff00-0000 description Siemens AG
phone

voice vlan mac-address 0060-b900-0000 mask ffff-ff00-0000 description Philips and
NEC AG phone

voice vlan 20 enable

#

ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.161.11 preference 60

#

snmp-agent

snmp-agent local-engineid 8000002B001EC1C759006877

snmp-agent community read public
```

```
snmp-agent community write private
```

```
snmp-agent sys-info version all
```

```
#
```

```
user-interface aux 0
```

```
authentication-mode scheme
```

```
set authentication password cipher D+6>_(<N2-D+'G5A`,0#A!!
```

```
user-interface aux 1 7
```

```
authentication-mode scheme
```

```
user-interface vty 0 4
```

```
authentication-mode scheme
```

```
#
```

3.4 Instalación del CISCO IP COMMUNICATOR 2.1

A continuación se muestra el proceso de instalación y configuración del softphone Cisco IP Communicator en las computadoras de los usuarios. Se puede observar el Anexo 2 para características más detalladas del CISCO IP COMMUNICATOR 2.1.

Iniciar el instalador del Cisco IP Communicator. Ver figuras 3.4 y 3.5.



Figura 3.4 Instalador del Cisco IP Communicator

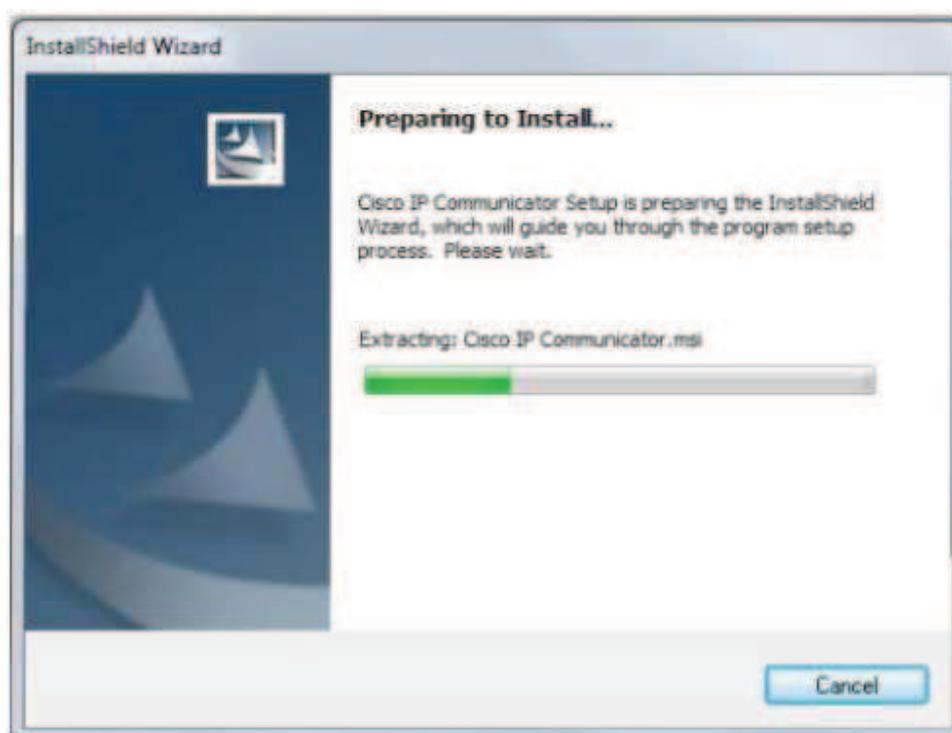


Figura 3.5 Preparando la Instalación del Cisco IP Communicator

Una vez iniciado el asistente de instalación dará la bienvenida, dar clic en siguiente. Ver figura 3.6.

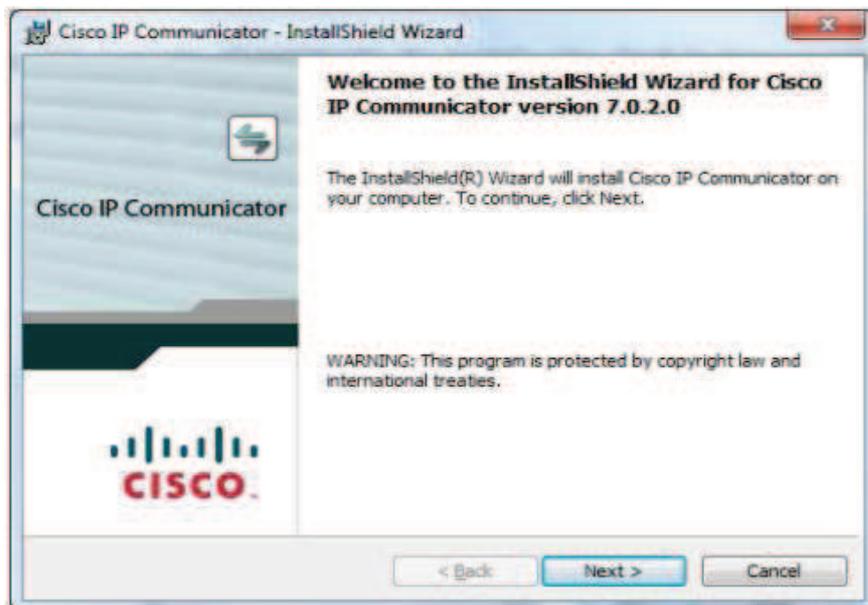


Figura 3.6 Asistente de instalación

El asistente mostrará los términos de la licencia de uso del software, seleccionar aceptar y luego clic en siguiente. Ver figura 3.7.

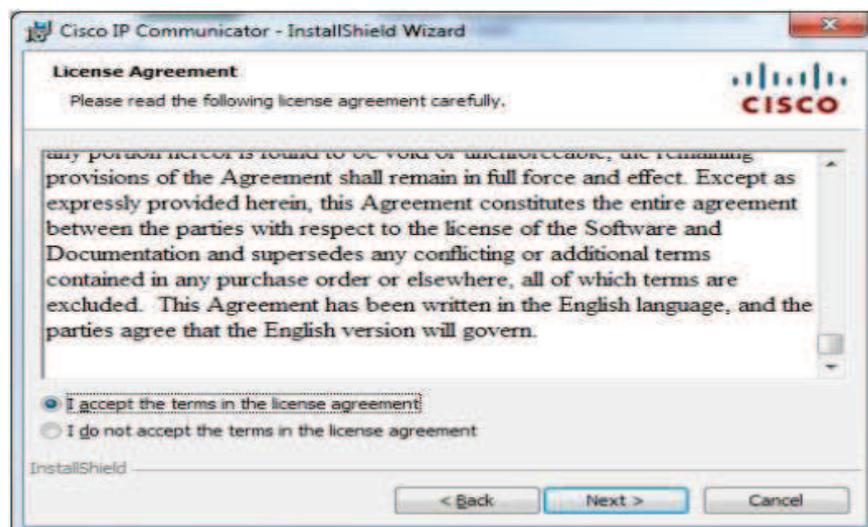


Figura 3.7 Términos de licencia

El asistente mostrará la ubicación donde se instalará el software, aceptar la ubicación dando clic en siguiente e iniciará la instalación del Cisco IP Communicator. Ver figura 3.8.

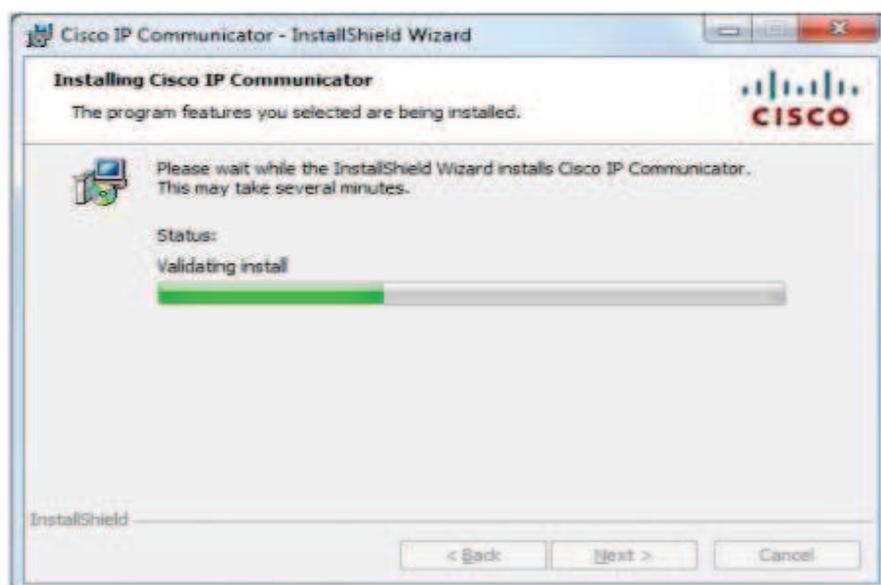
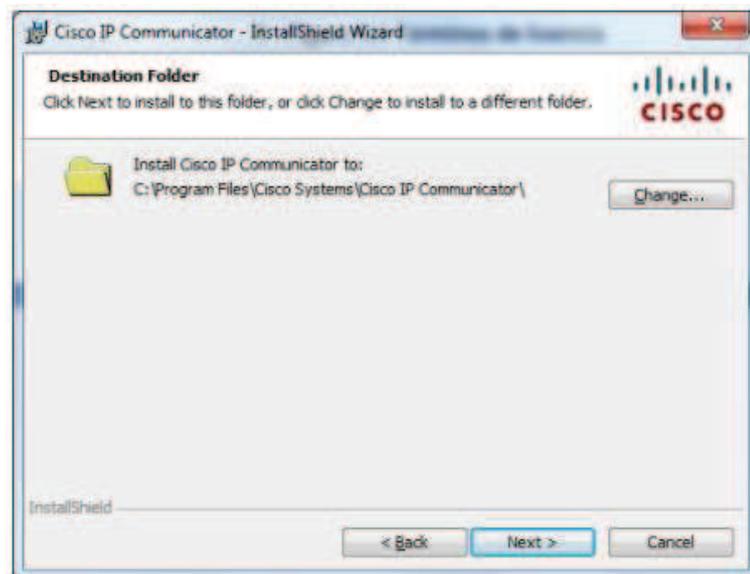


Figura 3.8 Proceso de Instalación

Al terminar la instalación, clic en finalizar para cerrar el asistente. Ver figura 3.9.



Figura 3.9 Finalización del asistente

3.4.1 Configuración del Cisco IP Communicator.

Ahora que el Cisco IP Communicator se encuentra instalado en el computador, al iniciarlo, mostrará un nuevo asistente, el cual realizará el reconocimiento de los dispositivos de audio, una vez certificada la funcionalidad de estos, clic en finalizar para iniciar el softphone. Ver figura 3.10.

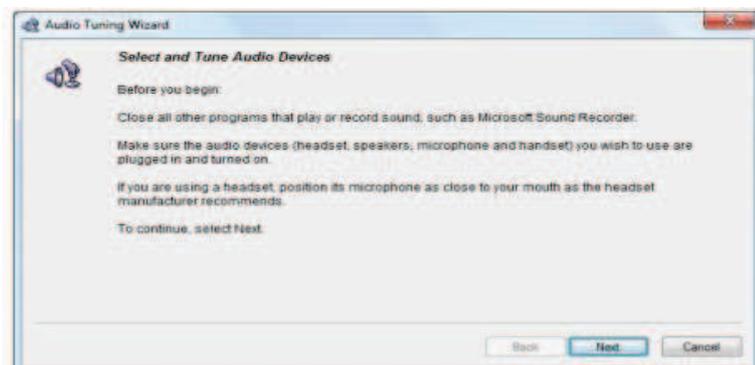


Figura 3.10 Ventana del Asistente para ajuste de audio

Hacer clic en Siguiente para desplegar la ventana Select Audio Devices. Ver figura 3.11.

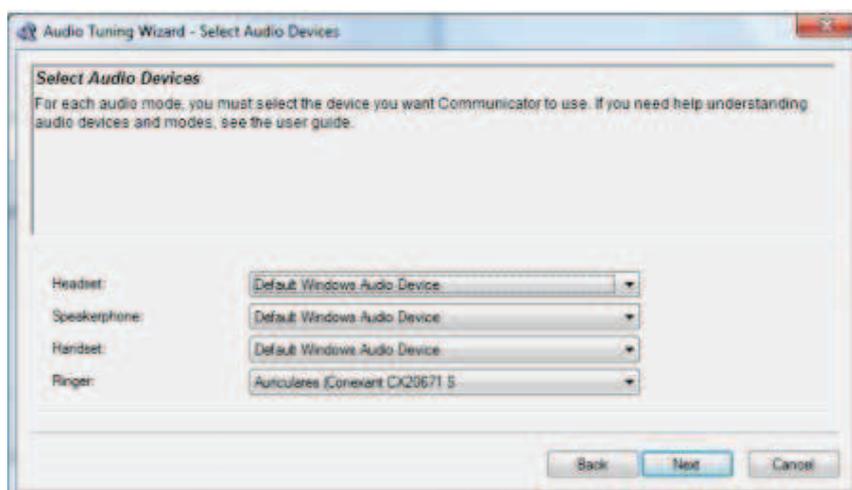


Figura 3.11 Ventana Select Audio Devices

Seleccionar los dispositivos adecuados en las listas desplegadas y hacer clic en Siguiente . Ahora hay que ajustar el volumen de escucha. Ver figura 3.12.



Figura 3.12 Ventana Adjust the Listening Volume

A continuación, realizar clic en Siguiente para desplegar la ventana de ajuste de volumen del micrófono. Ver figura 3.13.

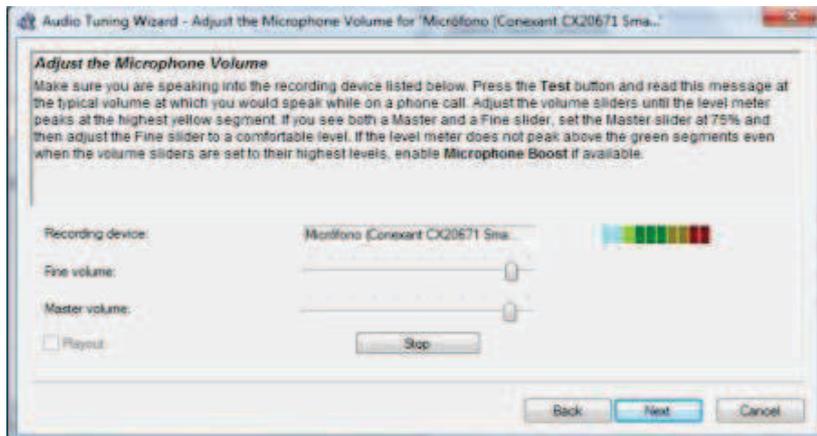


Figura 3.13 Ventana Adjust the Microphone Volume

Realizamos clic en Siguiente seguidamente dar un clic en Finalizar . Si su configuración TFTP es incorrecta, sale este error. Ver figura 3.14.



Figura 3.14 Mensaje informativo

Hacer clic en Aceptar . Esta ventana aparece automáticamente. Ver figura 3.15.

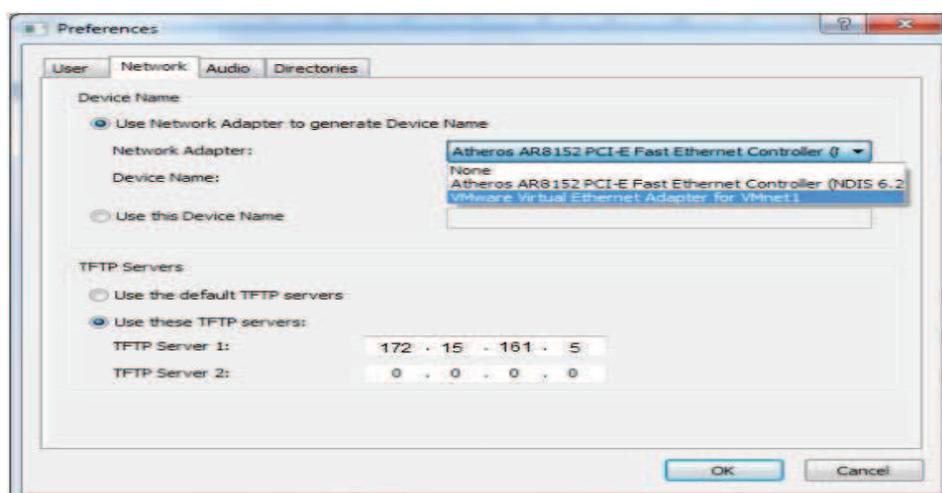


Figura 3.15 Configuración del servidor TFTP é Interfaz a utilizar

Hacer clic en Use the default TFTP servers y escribir la dirección IP 172.15.161.5 que corresponde al Cisco Call Manager , también se realiza la elección del adaptador de red y el nombre del dispositivo en este caso es Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Controller.

Ahora que el softphone tiene la configuración deseada, iniciará la búsqueda de su perfil de usuario en el servidor TFTP para tener comunicación con los demás softphones y teléfonos que conforman al Call Manager. Ver figura 3.16.



Figura 3.16 Inicio del Cisco IP Communicator

3.5 CONFIGURACIONES FÍSICAS

Para la formulación de este proyecto fue necesario la implementación de un prototipo del Sistema Integrado de Telefonía IP, ya que la mayoría de equipos que conforman el CALL MANAGER EXPRESS CISCO se encontraban en la bodega del terminal Beaterio EPPETROECUADOR, excepto el switch, el cual ya se encontraba en funcionamiento con la central MITEL 3300 IP en la estación Santo Domingo, por lo cual por orden del Supervisor de Infraestructura y Comunicaciones ZONA NORTE se debía llevar los equipos previamente configurados para su posterior instalación en la estación Santo Domingo EPPETROECUADOR.

3.5.1 ELEMENTOS DEL PROTOTIPO

El prototipo consta de los siguientes equipos:

- **Router Santo Domingo:** Equipo físico, Router Cisco 3825 (Figura 3.17 y 3.18).



Figura 3.17 Router Cisco 3825 vista frontal

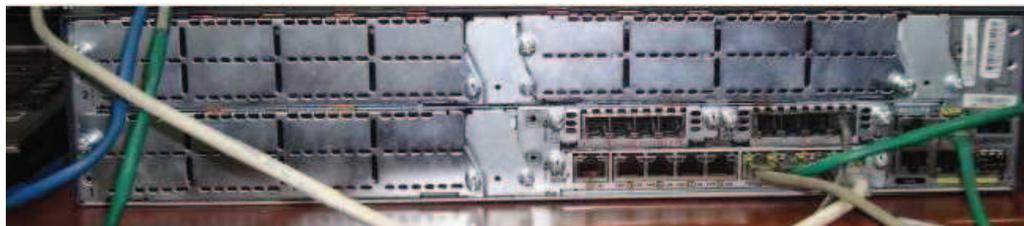


Figura 3.18 Router Cisco 3825 vista posterior

- **Switch Cisco 3560**



Figura 3.19 Switch Cisco 3560

- **Teléfonos CISCO IP7945**



Figura 3.20 Teléfono CISCO IP7945G

- **Teléfono análogo**



Figura 3.21 Teléfono Análogo

- **ATA 187 CISCO**



Figura 3.22 ATA 187 CISCO

- **Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1**



Figura 3.23 Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1



Figura 3.24 Prototipo Completo

3.5.2 Instalación del prototipo en el cuarto de telecomunicaciones de la estación Santo Domingo.

En la siguientes figura 3.25 podemos ver la instalación del router CISCO 3825 en el rack de telecomunicaciones.



Figura 3.25 Instalación del prototipo en el cuarto de telecomunicaciones

3.5.2.1 Conexión física del router cisco 3825 con el switch omniswitch 6850-24L

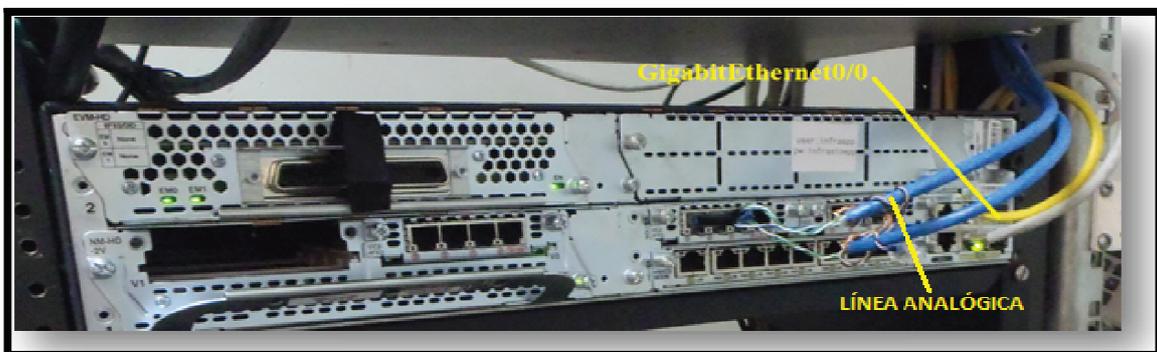
Procedemos a conectar la interfaz GigabitEthernet0/0 del router con la interfaz GigabitEthernet1/0/1 del switch mediante un cable directo, automáticamente el switch recibirá una dirección dinámica ya que el router está configurado con el protocolo DHCP.



Figura 3.26 Router Cisco 3825



Figura 3.27 Switch Omniswitch 6850-24L



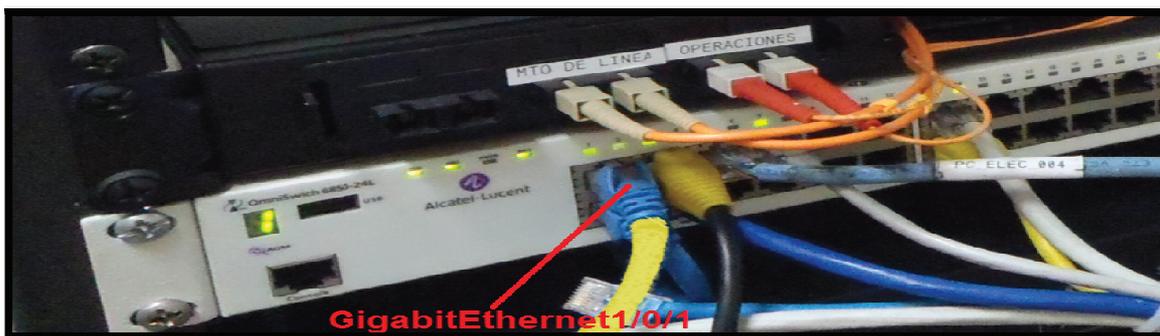


Figura 3.28 Conexiones Router- Switch

3.5.3 Configuración física ATA 187 CISCO

3.5.3.1 Conexiones de Cisco ATA Panel Trasero

La unidad dispone de estos conectores e indicadores:

- Conector de alimentación 12Vb.
- Dos puertos RJ-11 FXS (Foreign Exchange Station) puertos ATA 187 soporta dos puertos independientes de teléfono RJ-11 que se pueden conectar a cualquier dispositivo de teléfono analógico estándar. Cada puerto soporta tanto llamadas de voz o sesiones de fax, y los dos puertos pueden ser utilizados simultáneamente.
- El ATA 187 tiene un puerto de datos RJ-45 que funciona en 10/100BASE-T para conectar un dispositivo habilitado a Ethernet, como una computadora a la red. Ver figura 3.29.

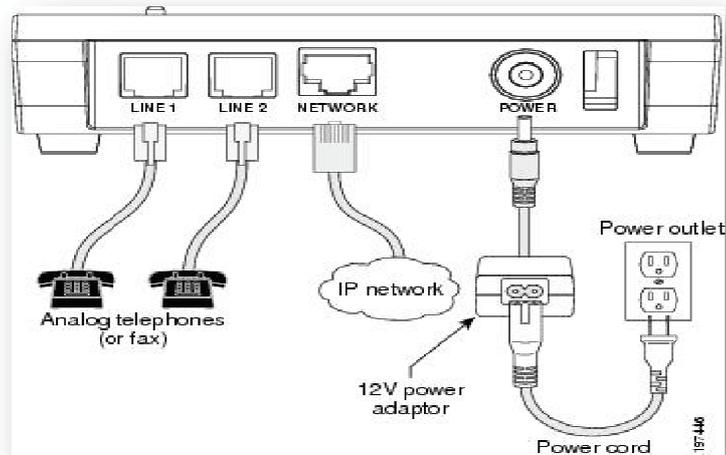


Figura 3.29 Panel Trasero Conexiones Cisco ATA ³⁵

3.5.3.2 Configuración DHCP

Como trabajamos con DHCP necesitamos realizar el siguiente procedimiento:

1. Conectamos el ATA a nuestra red y se conecta el cable de energía. Ver figuras 3.30 y 3.31.



Figura 3.30 Conexión a la red

³⁵ Figura Panel trasero conexiones Cisco ATA. Obtenido de:
http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/cata/187/1_0/english/administration/guide/sip/a187_ag3inst.html.

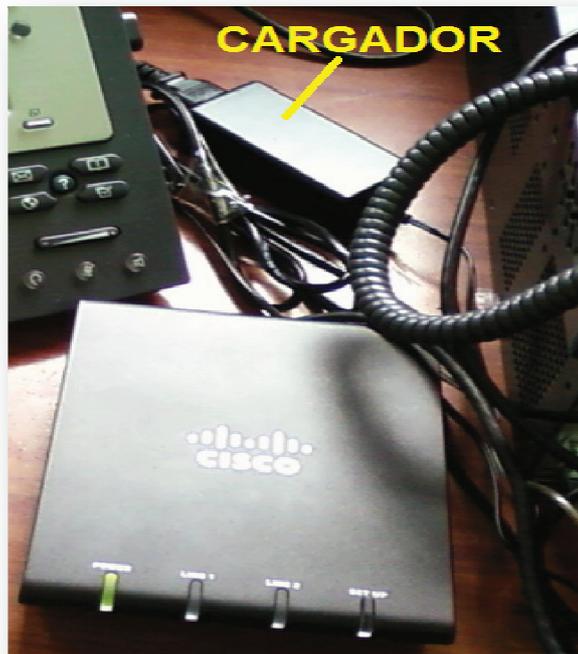


Figura 3.31 Conexión cable de energía

2. Conecte un teléfono análogo en el puerto "phone 1" de la parte trasera del ATA.
Ver la figura 3.32.



Figura 3.32 Conexión del teléfono análogo en el puerto "Phone 1"

3. Levante el auricular de teléfono y presione el botón que está en la parte superior del ATA. Escuchará una voz que dice "Configuration Menu". Ver figura 3.33.



Figura 3.33 Configuración del menú

4. Pulse **2, 0, #** en su teléfono analógico. Luego pulse **1, #** para habilitar DHCP. Luego pulse **3** para guardar la configuración. Espere hasta que la luz roja en la parte superior del ATA deje de titilar y cuelgue el teléfono. (Si luego de dos minutos, el ATA continúa con la luz roja titilante, entonces no hay un servidor DHCP en su red).

NOTA: Las imágenes de la configuración del ATA 187 CISCO, fueron obtenidas del prototipo que lo realicé antes de la instalación en la estación Santo Domingo. Se puede observar el Anexo 3 para características más detalladas del ATA 187 CISCO.

3.5.4 Instalación teléfonos Cisco IP7945G

3.5.4.1 Conexiones de teléfonos Cisco IP7945G Panel Trasero

La unidad dispone de estos conectores:

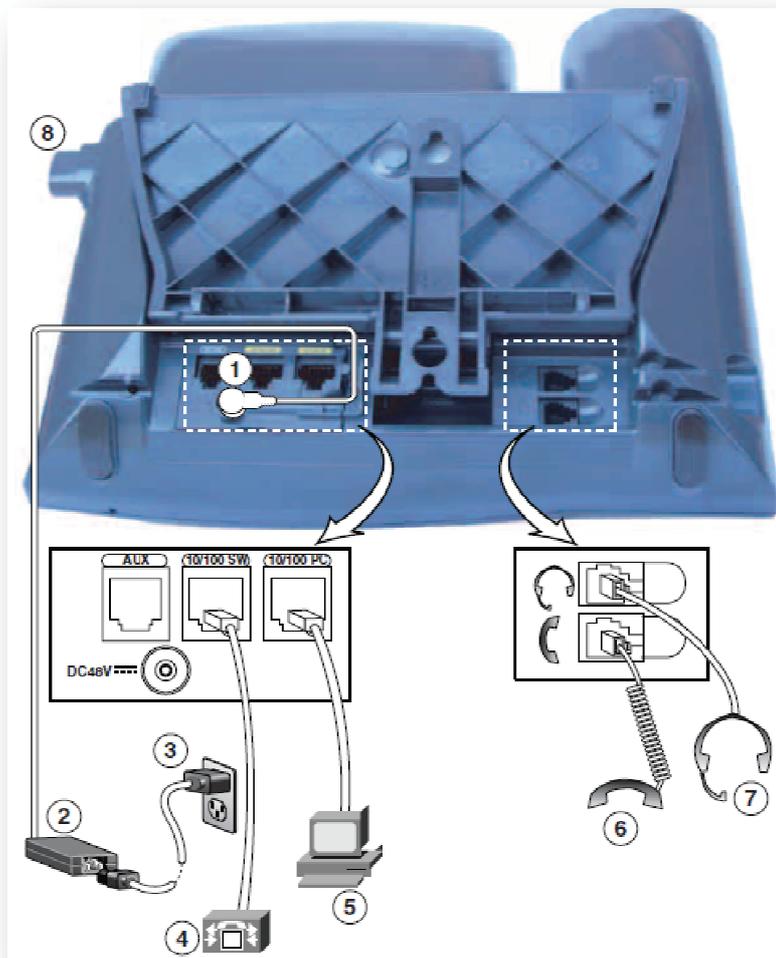


Figura 3.34 Panel Trasero Teléfonos Cisco IP7945G³⁶

1. Puerto del adaptador CC (DC48V)
2. Fuente de alimentación CA-CC
3. Cable de alimentación de CA
4. Puerto de red (10/100/1000 sw)
5. Puerto de acceso (10/100/1000 PC)
6. Puerto del auricular
7. Puerto de los auriculares
8. Botón del soporte base

³⁶ Figura Panel trasero teléfono CISCO IP7945. Obtenido de:
<http://ci.ucr.ac.cr/sites/default/files/informaciondigital/7965g.pdf>



Figura 3.35 Conexión de teléfono Cisco IP7945G al Switch



Figura 3.36 Inicialización del teléfono Cisco IP7945G



Figura 3.37 Pantalla inicial teléfono Cisco IP7945G

NOTA: Las imágenes de la configuración de los teléfonos Cisco IP7945G, fueron obtenidas del prototipo que lo realicé antes de la instalación en la estación Santo Domingo.

En la figura 3.35 se muestra los elementos que conforman el prototipo realizado antes de la implementación en la estación.



Figura 3.38 Elementos que conforman el prototipo

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

CAPÍTULO IV

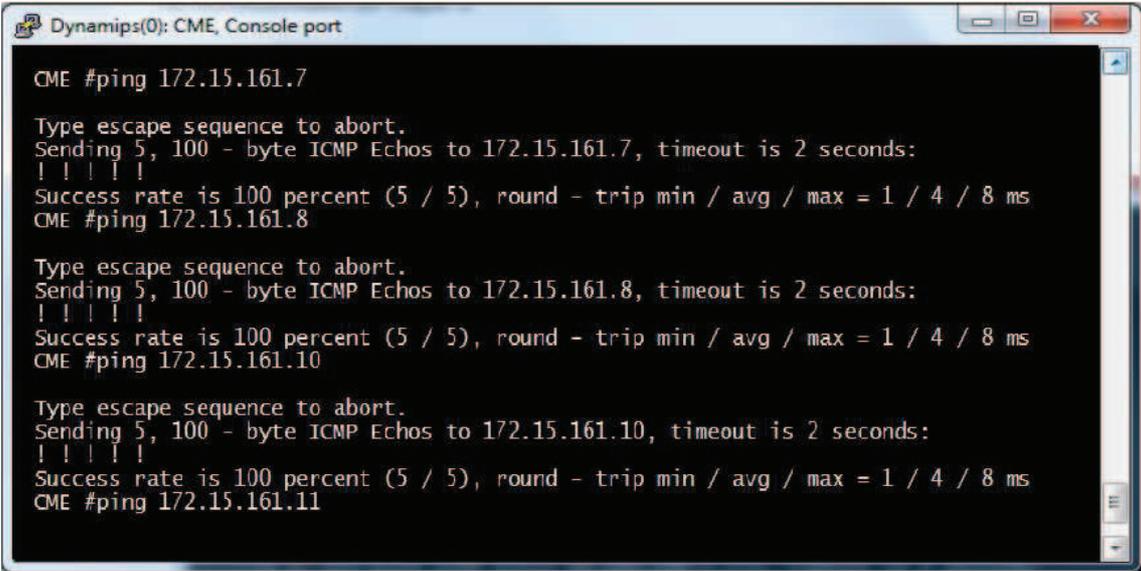
PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Pruebas realizadas

Se realizan las pruebas siguientes:

- Conectividad IP, verificación de las interfaces del router
- Concesión de Extensiones telefónicas
- Establecimiento de llamadas

4.1.1 Conectividad IP. Se realizó ping a las computadoras de los usuarios desde el router para comprobar la conectividad de capa 3. Como se muestra en la figura 4.1 todas las pruebas fueron exitosas.



```
Dynamips(0): CME, Console port

CME #ping 172.15.161.7

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100 - byte ICMP Echos to 172.15.161.7, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5 / 5), round - trip min / avg / max = 1 / 4 / 8 ms
CME #ping 172.15.161.8

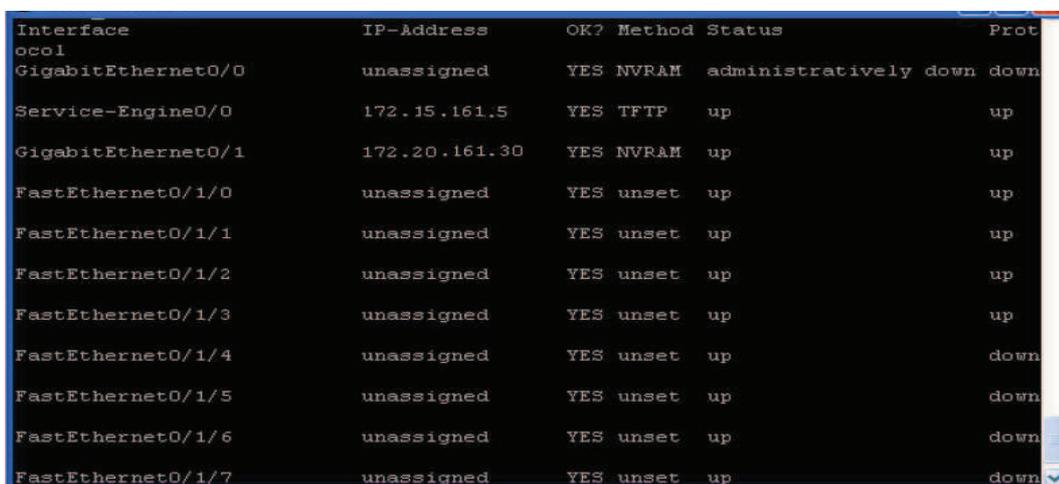
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100 - byte ICMP Echos to 172.15.161.8, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5 / 5), round - trip min / avg / max = 1 / 4 / 8 ms
CME #ping 172.15.161.10

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100 - byte ICMP Echos to 172.15.161.10, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5 / 5), round - trip min / avg / max = 1 / 4 / 8 ms
CME #ping 172.15.161.11
```

Figura 4.1 Pruebas de ping

4.1.1.1 Verificación de las interfaces del router

Para verificar rápidamente la configuración de las interfaces del router se utiliza el comando `STO.DOMINGO# show ip interface brief`. Ver figura 4.2.



Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Prot
Loopback0	172.16.1.1	YES	NVRAM	administratively down	down
GigabitEthernet0/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Service-Engine0/0	172.15.161.5	YES	TFTP	up	up
GigabitEthernet0/1	172.20.161.30	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1/0	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/1/1	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/1/2	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/1/3	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/1/4	unassigned	YES	unset	up	down
FastEthernet0/1/5	unassigned	YES	unset	up	down
FastEthernet0/1/6	unassigned	YES	unset	up	down
FastEthernet0/1/7	unassigned	YES	unset	up	down

Figura 4.2 Interfaces activas visualizadas a través de línea de comandos del Router Santo Domingo

4.1.2 Concesión de Extensiones telefónicas. Se verifican las concesiones de números telefónicos en los usuarios. Ver figuras 4.3 y 4.4.



Figura 4.3 Concesión de extensión en el teléfono Cisco IP7945G



Figura 4.4 Concesión de extensión en el softphone

4.1.3 Establecimiento de llamadas. Se realiza una llamada desde dos teléfonos IP a distintos usuarios para probar la conectividad de las llamadas de voz sobre IP.

En las figuras 4.5 y 4.6 se indica de manera gráfica la realización de una llamada entre USER1 y USER2.



Figura 4.5 USER1 establece una llamada con USER2

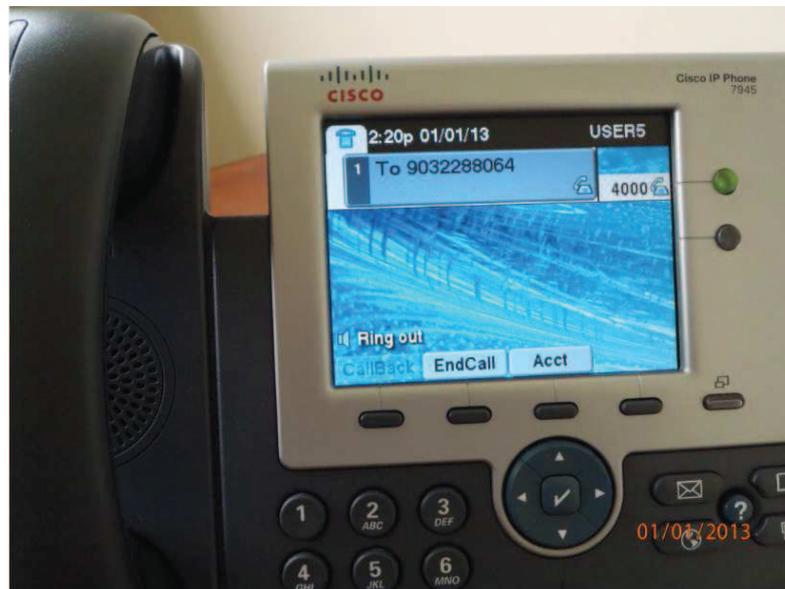


Figura 4.6 USER2 recibe la llamada de USER1

Se generaron pruebas de llamadas desde los teléfonos Cisco IP7945G a varios destinos tales como: teléfonos convencionales , teléfonos celulares, softphone y a extensiones de la estación. Las pruebas fueron satisfactorias en todos los casos.

Para que se pueda realizar las llamadas a los distintos casos a través de los teléfonos IP se configuró la clase configuración de restricciones (COR) la cual con solo marcar un código previamente configurado en el router permitirá tener tono de marcado para los diferentes casos.

Tanto el teléfono analógico conectado al ATA, como el IP Communicator son dos dispositivos que permiten recibir y generar llamadas a través del Call Manager.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones del trabajo realizado, así como las recomendaciones para la correcta operación del proyecto de telefonía IP.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Una vez realizado el trabajo de investigación, se concluye en primera instancia, que todo el conjunto que encierra a la VoIP es un set de tecnologías que permiten que la voz sea transmitida sobre una infraestructura de red basado en el protocolo IP, mas no se lo puede definir, erróneamente como un servicio, que es el concepto general que suele plantearse; y cabe recalcar que de aquí nace la telefonía IP como una aplicación inmediata de esta tecnología.

- Se ha visto que el sistema telefónico actual de la estación Santo Domingo EPPETROECUADOR tiene más de 8 años de funcionamiento por lo que presenta problemas de operación, degradación del hardware, discontinuidad del modelo y dificultad para prestar nuevos servicios y funcionalidades; por esta razón fue necesaria la renovación de un sistema capaz de dar cobertura a la totalidad de la estación con servicios de llamada avanzados. En este contexto el uso de la Telefonía sobre IP la cual es cada vez más común por las siguientes razones:
 - Explotación más eficiente de los medios de transmisión a través de la conmutación de paquetes.
 - Reducción en costos de mantenimiento al utilizar una única infraestructura de comunicación convergente, en la cual pueden coexistir armónicamente, múltiples servicios.
 - Ahorro en gastos de llamada en entornos matriz – estaciones.

- La integración de las centrales telefónicas con la matriz que se lo realizaba por tarjetas fxo, a una integración a nivel de IP, aumenta la escalabilidad de la solución, ya que no dependerá de la tarjetería y el número de extensiones, sino del ancho de banda con el que cuente el enlace.
- En telefonía las funciones adicionales como correo de voz o contestadora automática se las configura tanto en el IOS del equipo como en su módulo de servicios integrados, teniendo siempre en cuenta que se tengan las licencias activas para dichos servicios.
- Respecto al software, la telefonía IP permite instalar en el punto de usuario final: programas emuladores de teléfono (*softphones*) o teléfonos IP en *hardware*; la opción de incorporar uno u otro depende de la aplicación y de la capacidad del usuario para interactuar con el sistema.
- En cuanto al hardware con el que se implementó la red, se debe saber, que los conocimientos adquiridos para una gestión adecuada de QoS no solo admite su implementación en equipos CISCO, sino que permite aplicarlo en cualquier hardware que se disponga, sea con marcas como ALCATEL, Vanguard; ya que los principios de la Calidad de Servicio no difieren de la marca utilizada.
- Se ha visto que el éxito de implementar una red de VoIP está relacionado con la infraestructura y equipamiento que se disponga y de un adecuado diseño y administración de la red, todos estos factores van de la mano con la calidad o satisfacción del usuario al momento de realizar la llamada.
- Respecto a las limitaciones de una llamada de VoIP, las mismas han sido controladas y manejadas a niveles tolerables, mediante una adecuada gestión de QoS basados en el método de marcado, clasificación, creación de políticas y asociación del tráfico en cada una de las interfaces, lo cual permitió alcanzar una

llamada de excelente calidad; entregando al usuario la misma nitidez como si estuviera utilizando la red telefónica pública conmutada.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la certificación del cableado estructurado, para poder descartar problemas por voltajes inducidos y puesta a tierra, que provocaría interferencias en los datos y por lo tanto disminución de la calidad de voz prestada por el sistema.
- No descartar la implementación del servidor redundante *Cisco Call Manager*, pues esto aumentará la disponibilidad del servicio, evitando dejar incomunicados a los funcionarios de la estación.
- Adicionar los mecanismos de monitoreo de red, lo cual permitirá conocer en todo momento el estado de la red y brindar soporte preventivo aplicando medidas correctivas a las posibles fallas que puedan surgir durante la operación de la misma.
- Mantener el manual de configuración del Cisco Manager, el cual facilitará las tareas de mantenimiento y solución de problemas durante la operación por parte del departamento de TIC'S.
- Es necesario seguir adelante con el plan de migración, procurando llegar a concebir un modelo de telefonía totalmente IP en todas las dependencias de la estación.
- Se debe contar con una señalización adecuada en la red para poder identificar de manera fácil y sencilla donde está ubicado cada uno de los dispositivos que existen en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

DAVIDSON, Jonathan, Fundamentos de Voz sobre IP, Pearson Educación, España 2001.

CISCO SYSTEMS, Enterprise Voice over Data Design, Volumen 1, Cisco Press, USA, 2001.

CISCO SYSTEMS, IP Telephony Network Design Guide, Cisco Press, USA, 2001.

CISCO SYSTEMS, Cisco Unified Communications, Release 4.x., Cisco Press. 2008.

CISCO SYSTEMS, Cisco CallManager Administration Guide, Release 3.34. Cisco Press, 2004.

ANÓNIMO. Tuning Voice over Packet Services.

Cisco IP Telephony Network Design Guide Cisco CallManager Release 4.0(5)

Cisco ATA 187 adaptador de teléfono analógico

GLOSARIO

IP, Internet Protocol (Protocolo Internet): Es un protocolo no orientado a conexión usado para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

IP-PBX (Internet Protocol Private Branch Exchange): Es un sistema de telefonía diseñado para ofrecer servicios de voz o vídeo a través de una red de datos e interactuar con el público normal de red telefónica conmutada.

TCP/IP: El nombre TCP/IP proviene de dos protocolos importantes de la familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). En español es Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet. Es la forma de comunicación básica que usa el Internet, la cual hace posible que cualquier tipo de información (mensajes, gráficos o audio) viaje en forma de paquetes sin que estos se pierdan y siguiendo cualquier ruta posible.

VoIP, Voice over IP (Voz sobre IP): Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP/IP, tales como Internet.

Gateways (pasarela): Dispositivo empleado para conectar redes que usan diferentes protocolos de comunicación de forma que la información puede pasar de una a otra.

MUC (Multipoint Control Units): Permite realizar conferencias entre 3 o más terminales; usualmente contiene un controlador multi-punto, que está encargado del control y señalización de la conferencia, y un procesador multi-punto para el procesamiento de la información enviada por los terminales.

Gatekeeper (portero): Entidad de red H.323 que proporciona traducción de direcciones y controla el acceso a la red de los terminales, pasarelas y MCUs H.323. Puede proporcionar otros servicios como la localización de pasarelas.

Teorema de Nyquist: Establece que para poder recuperar con exactitud una señal, ésta se debe muestrear al doble de la frecuencia máxima de la señal original.

ITU-T (International Telecommunications Union): Normalización de módems, RDSI, interfaces de red para operadores de sistemas de comunicaciones, etc.

PCM (Pulse Code Modulation): Es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits (señal digital).

Códec: Algoritmo software usado para comprimir/ descomprimir señales de voz o audio. Se caracterizan por varios parámetros como cantidad de bits, el tamaño de trama (frame), los retardos de proceso, etc.

G.711: Estándar ITU conocido como PCM, digitaliza la voz a una tasa de muestreo de 8Khz, utilizando 8 bits por muestra lo que genera una tasa de transmisión de 64Kbps.

UDP (Protocolo Datagrama de Usuario): Un protocolo de comunicaciones para la capa de red de Internet, la capa de transporte y la capa de sesión que usa el protocolo de Internet (IP) al enviar un mensaje del datagrama de un equipo a otro.

QoS o Calidad de Servicio (Quality of Service): Son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado.

H.323: Estándar de la ITU-T para voz y video conferencia interactiva en tiempo real en redes de área local, LAN e Internet.

RTP/RTCP (Real- Time Transport Protocol / Real-Time Transport Control Protocol): Protocolos de transporte en tiempo real que proporcionan servicios de entrega punto a punto de datos.

RAS (Registration, Admission and Status): Sirve para registrar, control de admisión, control del ancho de banda, estado y desconexión de los participantes.

H.225: Protocolo de control de llamada que permite establecer una conexión y una desconexión.

H.245: Protocolo de control usado en el establecimiento y control de una llamada.

Q.931 (Digital Subscriber Signalling): Este protocolo se define para la señalización de accesos RDSI (Red de Servicios Integrados) básicos.

RSVP (Resource ReSerVation Protocol): Protocolo de reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario.

T.120: La recomendación T.120 define un conjunto de protocolos para conferencia de datos.

H.261 Y H.263: Los dos códecs de video que propone la recomendación H.323.

TCS (TerminalCapabilitySet): Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada.

OLC (OpenLogicalChannel): Mensaje para abrir el canal lógico de información que contiene información para permitir la recepción y codificación de los datos.

SIP (Protocolo de Iniciación de Sesión): Es un protocolo de señalización cliente-servidor perteneciente a la capa aplicación de la pila de Protocolos TCP/IP.

Router (encaminador, enrutador): Dispositivo que distribuye tráfico entre redes. La decisión sobre a donde enviar los datos se realiza en base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento. Es el nodo básico de una red IP.

Proxy: Es un servidor Proxy con soporte H.323 que proporciona acceso a los usuarios de una red segura a otra utilizando información que cumpla las recomendaciones de la norma H.323.

SCCP (Skinny Client Control Protocol): Es un protocolo ligero para la sesión de señalización con Cisco Unified Communications Manager. SCCP se utiliza para la comunicación entre dispositivos IP y Cisco Unified Communications Manager.

Ruido blanco: Es una señal aleatoria (proceso estocástico) que se caracteriza por el hecho de que sus valores de señal en dos tiempos diferentes no guardan correlación estadística.

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

PQ (Priority Queuing): Establece prioridad en las colas.

WFQ (Weight Fair Queuing): Asigna la prioridad al tráfico de menos carga.

DiffServ (Differentiated Services): Proporcionan mecanismos de calidad de servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de un mapeo entre flujos de tráfico y niveles de servicio.

PSTN (La red telefónica pública conmutada): Es la red de públicos en el mundo de conmutación de circuitos redes telefónicas.

ATA (Analog Telephone Adapter): Es un dispositivo que permite conectar un teléfono analógico /RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) a una red de VoIP.

Cisco Unified IP Phone 7945G: Es un dispositivo de comunicación que incluye soporte de audio de banda ancha, un sistema integrado Gigabit Ethernet de puerto.

Softphone: Es un software de PC que hace una simulación de teléfono IP en un computador y permite hacer llamadas (VoIP) sin necesidad de tener un teléfono IP físico, es decir, permite usar la computadora para comunicarse con otros softphones, teléfonos IP o a otros teléfonos convencionales.

Softphone CISCO IP COMMUNICATOR 2.1: Es una aplicación de Microsoft, basada en Windows que ofrece soporte mejorado de telefonía a través de computadoras personales.

Switch: Es un dispositivo electrónico de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (*Open Systems Interconnection*).

FXO (Foreign Exchange Office): Es el interfaz de central externa, puerto que recibe la línea analógica.

FXS (Foreign Exchange Station): Es la interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado.

IGP (Interior Gateway Protocol): Protocolo de pasarela interno, hace referencia a los protocolos usados dentro de un sistema autónomo.

EIGRP (Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado): Es un protocolo de encaminamiento vector distancia y un protocolo de enrutamiento de link-state , propiedad de Cisco Systems.

UTP (unshielded twisted pair): Par trenzado sin apantallar, es el soporte físico más utilizado en las redes de área local, tanto su costo como el costo de instalación es barato y sencillo.

OSPF (Open Shortest Path First): Es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP, que usa el algoritmo Dijkstra enlace-estado para calcular la ruta más corta posible.

POE (Power over Ethernet): Es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

VLAN (Virtual Lan): Es el método que se usa para crear redes lógicas (virtuales) dentro de redes físicas. Con VLANs podremos separar los ordenadores de una red en varias redes virtuales dependiendo de la VLAN que le asignemos.

RIP v2: Es un protocolo de vector distancia de tipo estándar, basado en los RFC 1388, 1723 y 2453. Su principal limitación está impuesta por la cantidad máxima de saltos que soporta: 15. RIP asume que todo lo que se encuentra a más de 15 saltos, está a una distancia infinita, y por lo tanto no tiene ruta válida.

IEEE 802.1q: Es un estándar que define el funcionamiento de los puentes VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de las infraestructuras de LAN con switch.

CALL MANAGER EXPRESS (CCME): Es un sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco, que incluye productos y aplicaciones de comunicaciones IP, permite a las organizaciones comunicarse con mayor eficacia, por lo que les ayuda a simplificar los procesos de negocios.

SNMP (Protocolo Simple de administración de red): Es un protocolo que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas

SRST: Sistema de supervivencia remota.

IOS (Internetwork Operating System): Es el software utilizado en la gran mayoría de routers y switches de Cisco Systems, cual contiene un paquete de funciones de enrutamiento, conmutamiento, trabajo de internet y telecomunicaciones que se integra estrechamente con un sistema operativo multitarea.

DHCP (protocolo de configuración dinámica del host): Un servidor de red usa este protocolo para asignar de forma dinámica las direcciones IP a las diferentes computadoras de la red.

TFTP (Trivial File Transfer Protocol): Es un protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP. TFTP a menudo se utiliza para transferir pequeños archivos entre ordenadores en una red.

MD5 (Message-Digest Algorithm 5 o Algoritmo de Firma de Mensajes 5): Es el algoritmo hash más usado. Procesa mensajes de una longitud arbitraria en bloques de 512 bits generando un compendio de 128 bits.

SSH 2: Hace uso de muchos algoritmos de cifrado, no es vulnerable a un hueco de seguridad que potencialmente no permite a un intruso insertar datos en la corriente de comunicación.

ANEXOS

ANEXO1: CISCO CALLMANAGER VERSION 4.0

ANEXO2: CISCO IP COMMUNICATOR 2.1

ANEXO3: CISCO ATA 187 ANALOG TELEPHONE ADAPTOR