



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Instalación e implementación de una central telefónica NBX (Network Branch eXchange) en la planta ICESA-ORVE ubicada en Guayaquil”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

Rafael Eduardo Plaza Mendoza

GUAYAQUIL – ECUADOR

2009

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su permanente apoyo, a mis compañeros y profesores.

DEDICATORIA

Mis padres

A mi abuelo Rafo

A mi primo Joseph

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Jorge Aragundi

Presidente

Ing. Albert Espinal S.

Director

Dr. Boris Ramos S.

Miembro Principal

Ing. Karina Astudillo

Miembro Principal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Rafael E. Plaza Mendoza

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la implementación de una central telefónica NBX como una alternativa tecnológica, de telefonía IP, para reemplazar una central telefónica privada tradicional (PBX).

En el capítulo 1 se realiza un análisis de la infraestructura actual de la red, de voz y datos, en ICESA-ORVE y las razones que motivan el cambio de plataforma en la red Telefónica.

En el capítulo 2 se explica los principios básicos de la telefonía analógica y digital, los componentes de una PBX, los conceptos generales de voz sobre IP (VoIP), y el modelo de capas de la telefonía IP.

En el capítulo 3 se presenta una investigación de las posibles soluciones de Telefonía IP, detallando sus características técnicas, para determinar la solución que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto, con las mayores ventajas técnicas, y con el menor impacto económico posible.

En el capítulo 4 se muestra los pasos a seguir para la instalación y configuración de la central NBX basadas en el modelo de capas de la Telefonía IP, o sistema IP-PBX. También se muestran especificaciones técnicas de la central NBX V5000.

En el capítulo 5 se hace un estudio de tráfico de voz, y consumo de ancho banda, en la solución implementada. También se presentan las ventajas y desventajas del sistema NBX, y las recomendaciones necesarias para el crecimiento en su infraestructura telefónica.

INDICE GENERAL

Pag.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCION

CAPÍTULO 1

ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL EN ICESA-ORVE 1

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VOZ. 1

1.1.1. *Central telefónica privada (PBX): Panasonic KX-TD500..... 3*

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS 5

1.2.1. *Equipos de comunicaciones 6*

1.3. MOTIVOS QUE IMPULSAN LA MIGRACIÓN A LA TELEFONÍA IP 7

CAPÍTULO 2

CONSIDERACIONES TEORICAS 10

2.1. TELEFONÍA ANALÓGICA Y DIGITAL 10

2.1.1. *Operación básica del Teléfono 10*

2.1.1.1. *Proceso básico de una llamada 10*

2.1.1.2. *Cerrado de llamada (On hook)..... 10*

2.1.1.3. *Inicio de llamada (Off hook)..... 11*

2.1.1.4. *Marcación (Dialing)..... 12*

2.1.1.5. *Conmutación (Switching)..... 13*

2.1.1.6. *Timbrar (Ringing)..... 13*

2.1.1.7. *Comunicación de voz (Talking) 14*

2.1.2.	<i>Sistemas de marcado</i>	15
2.1.2.1.	Sistema de marcado por pulsos	15
2.1.2.2.	Sistema de marcado por tonos (DTMF)	16
2.1.3.	Señalización Telefónica	17
2.1.3.1.	Señalización analógica	18
2.1.3.1.1.	Señalización de lazo iniciado (Loop Start)	18
2.1.3.1.2.	Señalización de tierra iniciada (Ground Start).....	20
2.1.3.1.3.	Señalización E&M.....	21
2.1.3.2.	Señalización Digital	23
2.1.3.2.1.	Señalización de canal (CAS).....	23
2.1.3.2.2.	Señalización de canal común (CCS).....	23
2.1.3.2.3.	Señalización Qsig	24
2.1.3.2.4.	Señalización RDSI.....	25
2.1.4.	<i>ECO</i>	26
2.1.4.1.	Dispositivo de control del Eco.	27
2.1.5.	<i>Digitalización de la voz</i>	29
2.1.5.1.	Red digital de servicios integrados.....	30
2.2.	SISTEMAS DE COMUNICACIÓN TELEFÓNICA PRIVADA.....	32
2.2.1.	<i>Fundamentos de sistemas de comunicación de voz</i>	32
2.2.1.1.	Multiplexión por división del tiempo (TDM).....	32
2.2.1.2.	Modulación de código de pulso (PCM).....	33
2.2.2.	<i>Componentes de un sistema PBX</i>	35
2.2.2.1.	Líneas de extensiones.....	36
2.2.2.2.	Líneas Troncales	36
2.2.2.3.	Sistema lógico y procesador de llamadas	37
2.2.2.4.	Conmutador	38
2.3.	TELEFONÍA IP	38

2.3.1.	<i>Introducción</i>	38
2.3.1.1.	Diferencias Técnicas entre las redes de datos y de voz	39
2.3.2.	<i>Conceptos generales de Voz sobre IP (VoIP)</i>	41
2.3.2.1.	Tecnología IP.....	42
2.3.2.2.	Protocolos de Señalización	48
2.3.2.2.1.	H.323	48
2.3.2.2.2.	SIP	49
2.3.2.2.3.	MGCP y MEGACO (H.248)	51
2.3.2.3.	Parámetros que influyen en la calidad de la VoIP.....	52
2.3.2.4.	Calidad de Servicio (QoS)	54
2.3.2.5.	Seguridad para la VoIP.....	63
2.3.2.6.	Proceso de transformación de la voz en paquetes de datos	65
2.3.3.	<i>Voz sobre Ethernet (VoE)</i>	69
2.3.4.	<i>Tipos de llamadas soportadas</i>	70
2.3.5.	<i>Sistema IP-PBX</i>	72
2.3.5.1.	Modelo de capas para cliente/servidor IP-PBX.....	72
2.3.5.1.1.	Capa de Cliente	73
2.3.5.1.2.	Capa de Infraestructura	76
2.3.5.1.3.	Capa de Procesamiento de Llamadas.....	77
2.3.5.1.4.	Capa de Aplicación.....	78
2.3.6.	<i>Ventajas frente a la telefonía pública y privada.</i>	79

CAPÍTULO 3

SOLUCIONES DE TELEFONIA IP	81
3.1. DISEÑO PRELIMINAR DE LA SOLUCIÓN DE TELEFONÍA IP DESEADA.	81
3.2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES DE TELEFONÍA IP ACTUALES	86
3.2.1. <i>Soluciones basadas en Software</i>	86

3.2.1.1.	Asterisk	86
3.2.2.	<i>Soluciones basadas en Hardware</i>	87
3.2.2.1.	CISCO.....	87
3.2.2.2.	NORTEL	88
3.2.2.3.	AVAYA.....	89
3.2.2.4.	3COM: NBX	90
3.3.	ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS CONVENIENTE	91

CAPÍTULO 4

INSTALACION Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA NBX..... 97

4.1.	PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN.....	97
4.1.1.	<i>Plan guía de levantamiento de información previa a la instalación.....</i>	<i>97</i>
4.1.2.	<i>Cronograma de instalación y configuración de equipos.....</i>	<i>104</i>
4.1.3.	<i>Diagrama de Telefonía IP con la solución NBX.....</i>	<i>105</i>
4.2.	ESPECIFICACIONES, Y CONFIGURACIÓN, DE LOS COMPONENTES NBX DE ACUERDO AL	
	MODELO DE CAPAS EN UN SISTEMA IP-PBX	105
4.2.1.	<i>Teléfonos IP: Físico y Virtual (Capa de cliente).....</i>	<i>105</i>
4.2.1.1.	Teléfono Básico	106
4.2.1.2.	Teléfono Ejecutivo	107
4.2.1.3.	Consola de recepción	108
4.2.1.4.	Teléfono Virtual (Sofphone:pcXset).....	109
4.2.2.	<i>Líneas troncales, conmutadores Ethernet, ruteadores (Capa de</i>	
	<i>Infraestructura)</i>	<i>110</i>
4.2.2.1.	Chasis NBX100	110
4.2.2.2.	Tarjeta para líneas analógicas (ATC).....	111
4.2.2.3.	Tarjeta Hub-Ethernet (Uplink Card).....	112
4.2.2.4.	Conmutadores (Conmutadores) 3COM 4200 y 4400.....	112

4.2.2.4.1. Descripción	112
4.2.2.4.2. Características	112
4.2.2.4.3. Configuración.....	114
4.2.2.5. Enrutadores CISCO 2600.....	116
4.2.2.5.1. Configuración recomendada para calidad de servicio (QoS).....	116
4.2.3. <i>Procesador de llamadas para redes de datos (Capa de Procesamiento de llamadas)</i> 116	
4.2.3.1. NCP: NBX V5000	116
4.2.3.1.1. Descripción	116
4.2.3.1.2. Características	117
4.2.3.1.3. Administración Web.....	118
4.2.3.2. Configuración del sistema	119
4.2.3.3. Operaciones: Licencias y respaldos.....	126
4.2.3.4. Configuración de usuarios	128
4.2.3.5. Configuración de dispositivos	134
4.2.3.5.1. Teléfonos IP.....	134
4.2.3.5.2. Líneas Analógicas	138
4.2.3.6. Plan de marcado.....	140
4.2.3.7. Pruebas de funcionamiento	150
4.2.4. <i>Aplicaciones y Servicios (Capa de Aplicaciones)</i>	151
4.2.5. <i>Capa de Aplicaciones</i>	152
4.2.5.1. Integración de la Telefonía en la computación.....	152
4.2.5.2. Asistente de llamadas para escritorio.....	152
4.2.5.3. Mensajería Unificada	153
4.2.5.4. Reporte detallado de llamadas	157
4.2.5.5. Grupos de Caza (Hunt Group)	159

CAPÍTULO 5**ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA Y RECOMENDACIONES EN EL**

CRECIMIENTO DE SU INFRAESTRUCTURA	161
5.1. ESTUDIO DEL TRÁFICO Y CONSUMO DEL ANCHO DE BANDA.....	161
5.1.1. <i>Mediciones en la red Wan</i>	161
5.1.2. <i>Muestreo en la red Lan</i>	163
5.2. OBSERVACIÓN DEL COSTO/BENEFICIO DE LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA.....	165
5.3. CRECIMIENTO EN LA INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA IP	168
5.3.1. <i>Diseño de interconexión para redes autónomas.</i>	168
5.3.2. <i>Solución alternativa de interconexión con centrales de distinta plataforma</i>	169
5.3.3. <i>Recomendaciones para la intercomunicación de equipos NBX a través de redes públicas (Internet).....</i>	171
5.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA NBX EN LA RED DE DATOS	172

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**GLOSARIO****BIBLIOGRAFIA**

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.1 Tabla de consumo telefónico actual	8
Tabla 2.1 Tipos de señalización E&M	22
Tabla 2.2 Definición de RDSI de acuerdo al modelo OSI	25
Tabla 2.3 Asignación de valores de CoS	55
Tabla 2.4 Clasificación de aplicaciones en IntServ	61
Tabla 2.5 Protocolos de VoIP y el modelo OSI.....	66
Tabla 2.6 Ancho de banda total requerido por CODEC usado por CISCO	67
Tabla 2.7 Paquetes transmitidos por CODEC usado por CISCO	68
Tabla 2.8 Tabla de MOS.....	69
Tabla 3.1. Número de terminales telefónicos.....	84
Tabla 3.2 Comparación de soluciones.....	92
Tabla 4.1 Plantilla para información preliminar	98
Tabla 4.2 Plantilla para información de la red de datos.....	98
Tabla 4.3 Plantilla para información sobre líneas telefónicas.....	99
Tabla 4.4 Plantilla para información sobre fuente eléctrica	99
Tabla 4.5 Plantilla para definir clases de servicio	100
Tabla 4.6 Plantilla para definir el plan de marcado	101
Tabla 4.7 Plantilla para mensaje de operadora automática.....	102
Tabla 4.8 Plantilla para definir las funciones de la operadora automática	103
Tabla 4.9 Cronograma de instalación de la solución NBX	104
Tabla 4.10 Características de Conmutador 4228G	113
Tabla 4.11 Características de Conmutador 4400	114
Tabla 4.12 Información del sistema	120
Tabla 4.13 Parámetros de configuración del sistema NBX	123

Tabla 4.14 Codec soportados por dispositivos NBX	124
Tabla 4.15 Opciones de la configuración de audio	125
Tabla 4.16 Detalle de pruebas de funcionamiento	151
Tabla 4.17 Parámetros de mensajería de voz.....	154
Tabla 5.1 Cifras de costos y beneficios de la solución.....	166
Tabla 5.2 Proyección de la solución a 10 años.....	166

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1.1 Diagrama de red telefónica.....	2
Fig. 1.2 Expansión de gabinetes en el KX-TD500	3
Fig. 1.3 Número de líneas en la central telefónica.....	4
Fig. 1.4 Conexión de conmutadores de red LAN.....	6
Fig. 2.1 Estado On-Hook.....	11
Fig. 2.2 Estado Off-Hook	12
Fig. 2.3 Estado Dialing.....	13
Fig. 2.4 Estado Switching.....	13
Fig. 2.5 Estado Ringing	14
Fig. 2.6 Estado Talking	15
Fig. 2.7 Marcado por pulsos.....	16
Fig. 2.8 Marcado por Tonos	17
Fig. 2.9 Señalización Loop-Start.....	19
Fig. 2.10 Señalización Ground-Start	20
Fig. 2.11 Líneas E&M de 2 y 4 hilos.....	21
Fig. 2.12 Esquema de señalización E&M.....	22
Fig. 2.13 Ilustración de la causa del ECO	27
Fig. 2.14 Supresor de Eco.	28
Fig. 2.15 Cancelador de Eco	29
Fig. 2.16 Proceso para la digitalización de la voz.....	30
Fig. 2.17 Métodos de acceso para la tecnología ISDN	31
Fig. 2.18 Multiplexión por división de tiempo	33
Fig. 2.19 Modulación por código de pulso	34

Fig. 2.20 Componentes básicos de una central PBX	35
Fig. 2.21 Transporte de conmutación por circuito.	40
Fig. 2.22 Transporte de conmutación por paquetes.	41
Fig. 2.23 Clases de direcciones IP	45
Fig. 2.24 Subredes en el direccionamiento IP.....	46
Fig. 2.25 Cabecera RTP	47
Fig. 2.26 Componentes de H323.....	49
Fig. 2.27 Componentes SIP.....	51
Fig. 2.28 Componentes MGCP.....	52
Fig. 2.29 Tipo de Servicio.....	58
Fig. 2.30 Trama del estándar 802.1p	60
Fig. 2.31 Ejemplo de Flujo de datos	61
Fig. 2.32 Modos de operación en IPsec.....	65
Fig. 2.33 Diagrama de bloque de VoE perteneciente al fabricante “LEGERITY”.	70
Fig. 2.34 Modelo de capas IP-PBX.....	73
Fig. 2.35 Teléfono IP CISCO 7960.....	74
Fig. 2.36 Diseño interno de un teléfono IP.	75
Fig. 4.1 Diagrama de Telefonía IP NBX	105
Fig. 4.2 Vista General del teléfono Básico 3Com	106
Fig. 4.3 Vista General del teléfono Ejecutivo 3Com	107
Fig. 4.4 Vista General de la Consola 3Com	108
Fig. 4.5 Vista general del pcXset	110
Fig. 4.6 Chasis NBX 100	111
Fig. 4.7 Vista de la tarjeta ATC.....	111
Fig. 4.8 Vista de la tarjeta Uplink Card.....	112
Fig. 4.9 Configuración paso a paso del Conmutador.....	115
Fig. 4.10 Central NBX V5000	117

Fig. 4.11 Netset.....	118
Fig. 4.12 Menú global (Tab to it)	119
Fig. 4.13 Menú de configuración del sistema.....	121
Fig. 4.14 Opciones de configuración de Audio Settings	124
Fig. 4.15 Configuración del idioma	126
Fig. 4.16 Vista de las licencias actuales	127
Fig. 4.17 Respaldo de licencias	128
Fig. 4.18 Configuración de usuario	129
Fig. 4.19 Configuración Clase de Servicio	131
Fig. 4.20 Clase de Servicio de los Gerentes.....	132
Fig. 4.21 Clase de Servicio de los Asistentes	132
Fig. 4.22 Clase de Servicio de las Jefaturas.....	133
Fig. 4.23 Configuración de Account Codes.....	134
Fig. 4.24 Pantalla de administración para teléfonos	136
Fig. 4.25 Opciones de Asistente de Consola	137
Fig. 4.26 Mapeo de botones en teléfono ejecutivo	137
Fig. 4.27 Configuración automática de tarjeta analógica	139
Fig. 4.28 Configuración manual de tarjeta analógica.....	140
Fig. 4.29 Descripción de la tabla principal del plan de marcado	142
Fig. 4.30 configuración total del Plan de Mercado	148
Fig. 4.31 Asistente de llamadas de escritorio	153
Fig. 4.32 Creación de cuenta de correo de voz 1.....	155
Fig. 4.33 Creación de cuenta de correo de voz 2.....	155
Fig. 4.34 Creación de cuenta de correo de voz 3.....	156
Fig. 4.35 Creación de cuenta de correo de voz 4.....	156
Fig. 4.36 Detalle de llamadas	158
Fig. 4.37 Reporte gráfico de llamadas	158

Fig. 4.38 Tipos de Grupos de Caza	160
Fig. 5.1 Consumo de tráfico en un canal de con el Codec G.729	162
Fig. 5.2 Consumo de tráfico en un canal de VoIP con el Codec G.729	162
Fig. 5.3 Consumo de tráfico en un canal de VoE con el Codec G.711	164
Fig. 5.4 Consumo de tráfico en un canal de VoIP con el Codec G.711	164
Fig. 5.5 Comunicación entre centrales NBX.....	169
Fig. 5.6 Interconexión de centrales mediante H323	170
Fig. 5.7 Tráfico de VoIP sobre túnel VPN.....	172

INTRODUCCION

El concepto de Voz sobre IP o más conocida por sus iniciales en ingles "VoIP", se escucha cada vez mas en el mundo de las telecomunicaciones, ahora no es raro oír frases tales como: *"Nos comunicamos por video conferencia o Quizás nos conviene Instalar Telefonía IP"*, y es que el concepto de VoIP abarca muchos ámbitos de las comunicaciones digitales , ya que permite transmitir señales de Voz analógicas a través de las redes IP mediante paquetes de datos previamente transformados para este propósito.

Entre los muchos aspectos que abarca la Voz sobre IP se encuentra la Telefonía IP, que para los usuarios representa un tipo de comunicación similar en la forma de comunicarse a la que proporciona la telefonía PSTN pero no en el fondo, ya que la arquitectura que se encuentra detrás de la Telefonía IP, es distinta por cuanto la transmisión de la Voz, como se dijo antes, se transporta mediante paquetes de datos a través de las redes IP, por lo tanto son otros los componentes que participan en el establecimiento de las comunicaciones.

En el proyecto que se describe a continuación se trabaja implementando la Voz sobre IP, y Voz sobre Ethernet, para ser utilizadas en la Telefonía IP y a su vez unir este sistema de comunicaciones con el mundo de la Telefonía PSTN. Llegando a resultar en una migración de tecnología de central tradicional PBX a una central telefónica IP llamada NBX.

Entre los principales objetivos de este proyecto están: verificar el impacto económico de su implementación; las ventajas y desventajas que puede brindar en su operación; describir cada uno de los componentes que conforman la solución, y realizar análisis de tráfico y consumo de ancho de banda en la red de datos.

Para lograr los objetivos del proyecto se necesita antes que todo, tener claro los conceptos que envuelven la Telefonía PSTN y la IP, es por eso que en los capítulos que siguen se presentan los conceptos básicos para lograr implementar el sistema requerido. Junto con esto se describen las herramientas de Hardware y Software a ser utilizadas y se realiza el proceso de configuración como combinarlas para lograr los objetivos propuestos.

CAPÍTULO 1

ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL EN ICESA-ORVE

1.1. Descripción de la red de voz.

La empresa ICESA-ORVE, cuya matriz se encuentra ubicada en el Km. 6 ½ vía Daule, es una cadena almacenes de venta de electrodomésticos, distribuidas en distintos puntos del país, la cual tiene como misión liderar el mercado de estos productos en el Ecuador.

Aproximadamente en el año 2000, la empresa invirtió en la adquisición de un Sistema telefónico privado (PBX) de marca Panasonic KX-TD500 basado en la tecnología TDM, el mismo que presta los servicios en la planta matriz. Actualmente la empresa se encuentra interconectada a través de la red de telefonía Pública, la cual permite la comunicación de voz entre la planta matriz y las 34 sucursales, o puntos remotos, distribuidas en gran parte del país; en su mayoría en Quito y Guayaquil.

Físicamente, la red está configurada en topología estrella, siendo la planta de Guayaquil el centro de esta. Además, ICESA-ORVE, posee 40 líneas telefónicas, o una acometida de 40 pares de cobre cuyo proveedor es PACIFICTEL, conectadas a la central Panasonic de la planta matriz. Las sucursales están interconectadas, a través del resto de proveedores de telefonía pública (ANDINATEL, ETAPA), a la matriz, y cuentan con dos a cuatro líneas telefónicas por cada nodo, tal como se muestra a continuación.

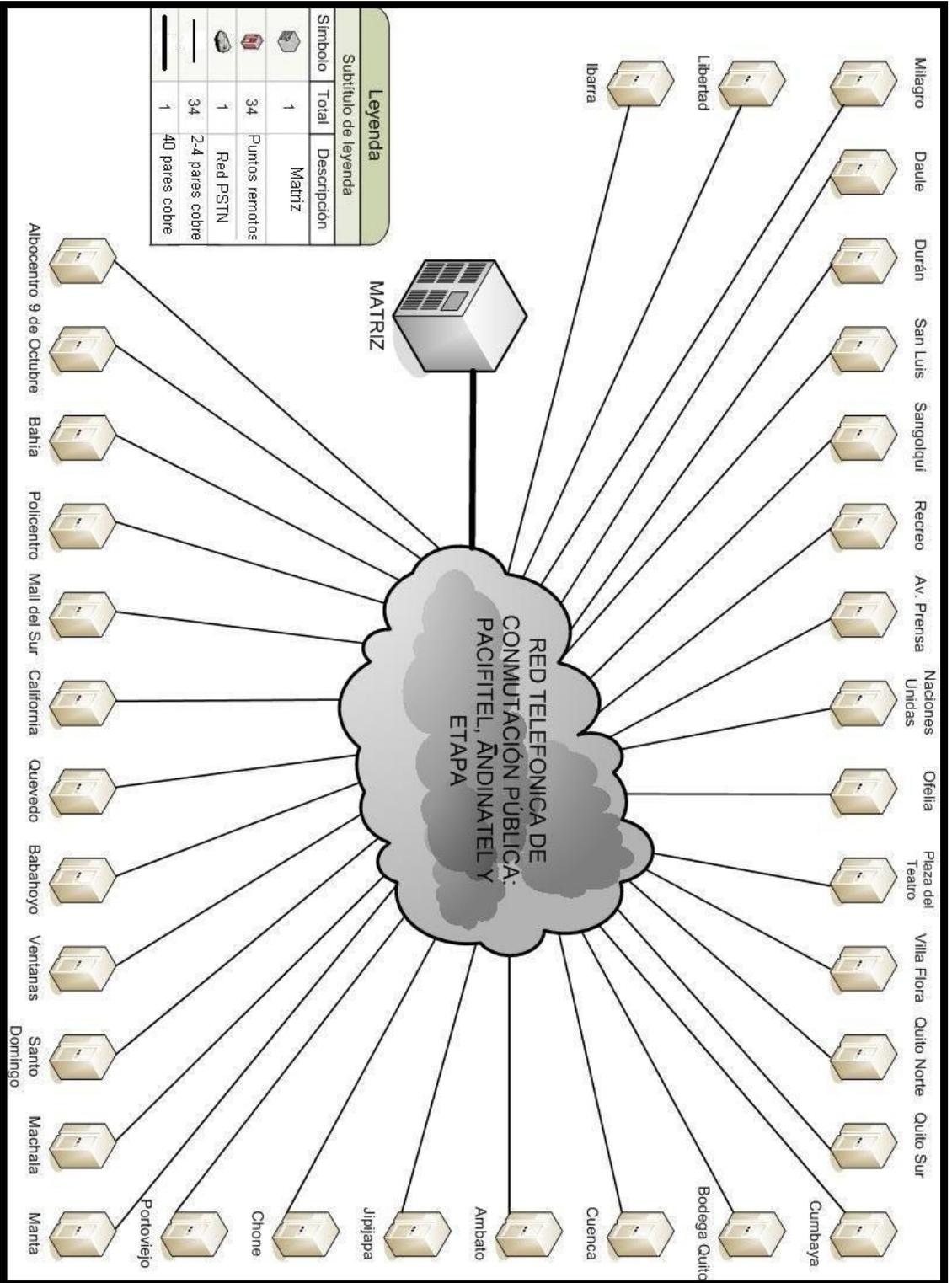


Fig. 1.1 Diagrama de red telefónica

1.1.1. Central telefónica privada (PBX): Panasonic KX-TD500

El KX-TD500 de Panasonic es un sistema telefónico de tipo PBX, controlado por un programa almacenado en un computador, o disco flexible, totalmente digital tanto en procesamiento, conmutación y transmisión. La conmutación/transmisión utiliza la técnica de multiplexado por división de tiempo (TDM) y la modulación por código de pulso (PCM); cumpliendo con las normas establecidas por PACIFICTEL.

El sistema KX-TD500 está diseñado en forma modular. Permite la expansión desde 8 teléfonos y 8 líneas hasta 448 extensiones y 192 líneas agregando plaquetas de expansión (máximo de 512 puertos). El sistema se puede instalar en uno, dos o tres gabinetes de fácil montaje lo cual ofrece crecimiento económico desde 192 puertos (1 gabinete), a 384 puertos (2 gabinetes) hasta 512 puertos (3 gabinetes)⁽¹⁾.

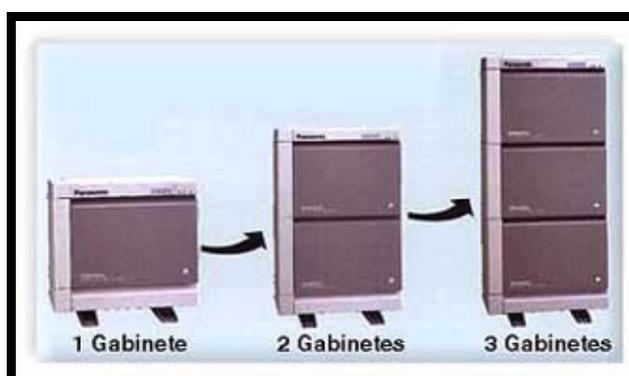


Fig. 1.2 Expansión de gabinetes en el KX-TD500

Cada gabinete tiene 14 bahías en las que se pueden adaptar tarjetas electrónicas de distintas funciones. En el gabinete principal se coloca una tarjeta para la unidad central de procesamiento (CPU), y una tarjeta de conmutación; para el resto de bahías del gabinete principal, y del gabinete secundario, y terciario, se pueden

⁽¹⁾ Información recogida de la hoja de datos "KX-TD500 Digital Super Hybrid Telephone System".

colocar tarjetas para líneas troncales analógicas, digitales, extensiones, y para otros servicios. Actualmente el equipo KX-TD500 está conformado por 2 gabinetes con capacidad para 40 líneas troncales y 80 extensiones (teléfonos). A este equipo se conectan todas las extensiones telefónicas usando cables de Categoría 3 de 4 hilos⁽³⁾.

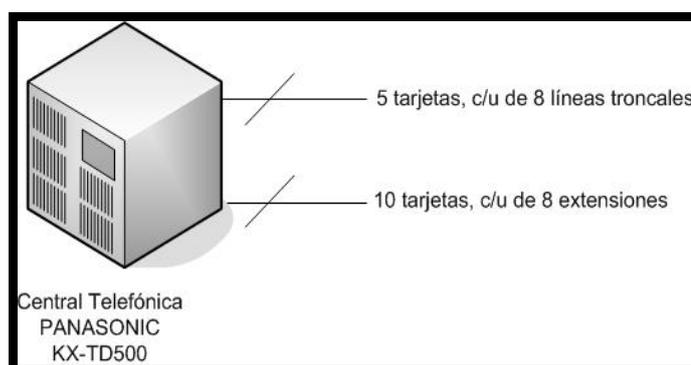


Fig. 1.3 Número de líneas en la central telefónica

Cada puerto de extensión Híbrido puede acomodar dispositivos telefónicos analógicos o digitales al igual que dispositivos telefónicos comunes (fax, inalámbricos, contestadores automáticos, etc.) Estas conexiones no requieren cableado especial ni placas separadas.

Se puede conectar varios sistemas KX-TD500 para obtener una red de PBX integrada que funciona como un solo Sistema de Administración de Llamadas (Call Management System) por medio de líneas E&M y/o vínculos E1/T1. Estas interfaces pueden ser utilizadas para redes digitales de servicios integrados con señalización BRI o PRI, o para líneas digitales E1/T1.

- Entre los servicios que ofrece la PBX se encuentran los siguientes:

⁽³⁾ Información recogida del manual de instalación: "Digital Super Hybrid System Installation Manual KX-TD500"

- Contestación automática.
- Desvío Directo.
- Llamada en espera.
- Conferencia.
- Captura de llamada (estacionamiento).
- Remarcado (último número marcado)
- Mensaje en espera manual
- Libre en segunda línea.
- Códigos de salida de llamada.

1.2. Descripción de la red de datos

ICESA-ORVE cuenta con una topología de datos en forma de estrella, al igual que el sistema telefónico como se indica en la figura 1.1 todas las sucursales acceden a la planta matriz para realizar actividades como: facturación, consultas en bodega, correo electrónico y, consultas en caja a través de enlaces de datos de tecnología Frame-Relay, cuyos proveedores son TELCONET y TRANSFERDATOS, con velocidades de transmisión de 128 Kbps por cada una de ellas.

Toda la información se centra en la planta matriz, por cuanto todos los equipos como servidores, ruteadores, conmutadores, se encuentra en el Departamento de Sistemas, esta información se transmite entre sucursales, bodega, y el edificio matriz, esto se da por que cuentan con una base de datos centralizada.

En la planta matriz la infraestructura de red LAN sigue las especificaciones del estándar EIA/TIA-568-A, usando cable UTP categoría 5e para los tendidos horizontales y fibra óptica multi-modo para el tendido vertical entre las áreas de servicios de distribución principal e intermedio.

1.2.1. Equipos de comunicaciones

Los equipos de comunicaciones para la red LAN de la planta matriz están conformados por conmutadores de marca 3COM modelos BaseLine, 4228G y 4400. Los conmutadores 4228G y un 4400, son equipos de 24 puertos 10/100 BASE-TX, administrables, cuya función corresponde a la acceso de acuerdo al modelo de capas jerárquico de redes LAN. Los modelos BaseLine son equipos no administrables de 16 puertos 10/100 BASE-TX. Uno de los Equipos 4228G tiene la función de conmutador núcleo en donde se interconectan servidores y el resto de conmutadores.

A continuación se muestra en la figura 1.4 como esta actualmente la interconexión de los conmutadores:

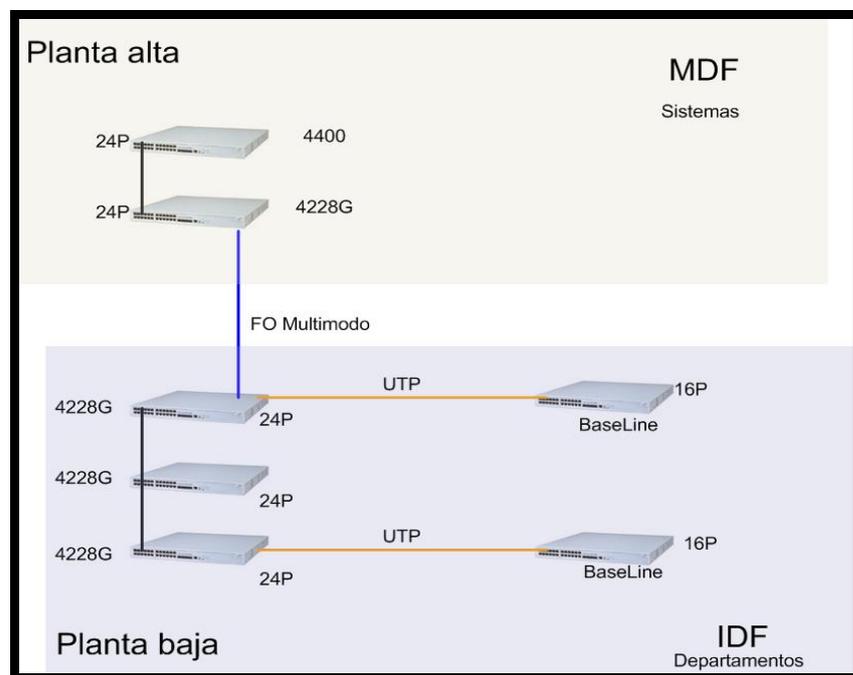


Fig. 1.4 Conexión de conmutadores de red LAN

1.3. Motivos que impulsan la migración a la Telefonía IP

A partir de la descripción de la situación actual de la red de datos y telefonía, se realiza el análisis, presentándose algunos problemas como son:

- La central telefónica actual no abastece con las líneas telefónicas necesarias, ya que ICESA-ORVE es una empresa en crecimiento constante.
- Des-configuración de la central telefónica cuando ocurre algún corte energía eléctrica, y se agota la energía del UPS.
- Altos costos en la instalación de un nuevo cableado telefónico.
- Existen muchas llamadas entrantes perdidas, a través de las líneas troncales, por falta de más contestadores automáticas en la central telefónica.
- Para la configuración de una nueva extensión telefónica, en la central, se solicita el soporte de un técnico externo el cual llega a costar alrededor de \$50 por punto telefónico. De igual manera, se solicita los servicios de alguien externo para los mantenimientos físico y lógicos de la central.
- La central telefónica no genera reportes de llamadas, y este necesita de un segundo equipo para obtener mensajería de voz.
- Las grandes cantidades por facturas telefónicas, por que no se lleva una política telefónica interna con los empleados de la empresa.

El valor de consumo mensual de cada número telefónico es un promedio mensual de los tres meses anteriores a la instalación; los números telefónicos son solo de la ciudad de Guayaquil (edificio matriz)

CONSUMO TELEFONICO DE LA PLANTA MATRIZ		
N° Teléfono	Descripción	Tasa promedio mensual
	PBX -1	961,36
	PBX -2	820,82
	Recepción	201,42
	Fax de Comercial	36,94
	Presidencia 1	34,70
	Presidencia 2	75,70
	Presidencia-Fax	15,67
	Presidencia-Fax(Secretaria)	39,15
	Administración	15,97
	Vicepresidencia Comercial	34,55
	Importaciones	60,37
	Gerente de Negocios	58,88
	Gerente de Reprocesamiento	30,93
	Mercadeo	181,38
	Financiero	94,40
	Sub. Gerente Credito y Cobranza	17,46
	Compras	66,80
	Fax General	101,52
	Jefe de Sistemas	54,15
	Directo - Sistemas	180,74
	Crédito 1	43,08
	Recursos Humanos	46,00
	Crédito 2	94,14
	Servicios Generales	96,86
	Bodega 70,Fax	132,97
	Servicio al cliente	36,95
	Servitotal	39,14
	TOTAL	3572,02

Tabla 1.1 Tabla de consumo telefónico actual

Nota: Los números telefónicos no se han registrado en la tabla por políticas de seguridad.

Adicional al consumo de la matriz, existe el de las sucursales principalmente las ubicadas en ciudad de Guayaquil, donde estas pueden llegar hasta \$1905,63;

sumando este valor al consumido por la planta se obtiene un consumo mensual total de \$5477,65.

Todas estas razones motivan a realizar una renovación tecnológica, de telefonía, que solucione todos los problemas actuales y permita obtener mayores beneficios. En este caso, se necesita implementar una solución de Telefonía IP.

CAPÍTULO 2

CONSIDERACIONES TEORICAS

2.1. Telefonía analógica y Digital

2.1.1. Operación básica del Teléfono

Los teléfonos hoy en día vienen en diferentes variedades, y se los divide en 2 categorías: análogos y digitales. El teléfono original diseñado por Alexander Bell fue análogo. Actualmente, la mayoría de los teléfonos usados en ambientes domésticos todavía siguen siendo análogos.

2.1.1.1. Proceso básico de una llamada

El progreso de una llamada telefónica puede ser representado en 5 estados⁽⁴⁾:

1. Cerrado de llamada (On hook)
2. Inicio de llamada (Off hook)
3. Marcación (Dialing)
4. Conmutación (Switching)
5. Comunicación de voz (talking)

2.1.1.2. Cerrado de llamada (On hook)

Antes de que la llamada telefónica se efectúe, el teléfono esta listo para que el usuario levante el fono. Este estado es llamado on hook.

⁽⁴⁾ Para mayor información, consulte en "Voice Network Signaling and Control" de la página <http://www.cisco.com>.

En este estado el circuito entre el teléfono y la Oficina Central (Central Office - CO) está abierto, razón por la cual no existe un flujo de corriente, se tiene -48 VDC en los terminales del teléfono. La Oficina Central es la encargada de proporcionar el suministro de energía; esto evita la pérdida del servicio cuando se pierde el suministro de electricidad en la zona local.

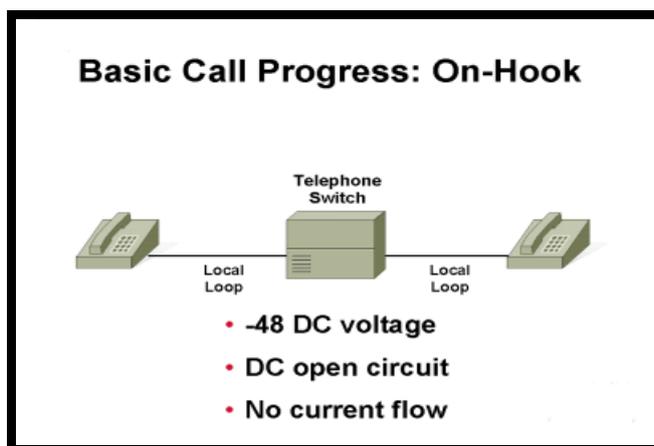


Fig. 2.1 Estado On-Hook

2.1.1.3. Inicio de llamada (Off hook)

La fase off hook ocurre cuando el usuario decide hacer una llamada y levanta el auricular cerrando de esta manera el circuito entre el teléfono y la Oficina Central CO.

La oficina Central detecta el flujo de corriente y transmite el tono de marcado (350 y 440 Hertz tocados continuamente). Este sonido le permite saber al usuario que ya puede efectuar su llamada.

No existe garantía de que el usuario escuche el tono inmediatamente. Si todos los circuitos están usados por el CO para conmutar otras llamadas, el usuario

necesariamente va a tener que esperar para hasta que la Central se descongestione y pueda enviar el tono de marcado.

La capacidad de acceso de una central está determinada por la prontitud con la que puede enviar el tono de marcado.

La central solo va a mandar el tono de marcado cuando tenga capacidad de almacenamiento para registrar el número al cual se va a llamar. Una vez que el usuario tiene tono de marcado ya puede efectuar su llamada.

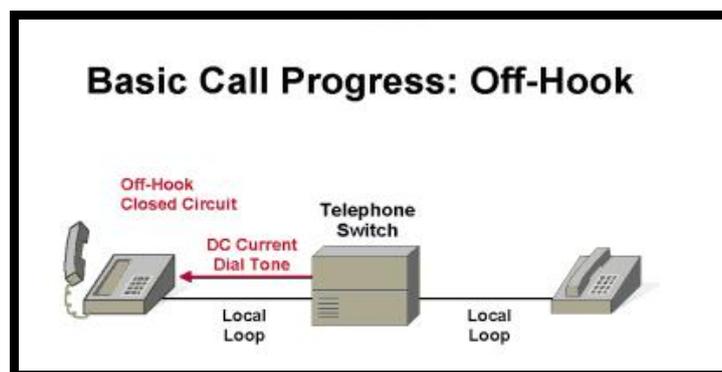


Fig. 2.2 Estado Off-Hook

2.1.1.4. Marcación (Dialing)

En esta etapa el usuario marca el número al que desea llamar, para ello usa o bien un teléfono de pulsos (los teléfonos que tienen un disco para marcar), o un teléfono de botones. Estos van a generar el requerimiento a la central por medio de pulsos o tonos.

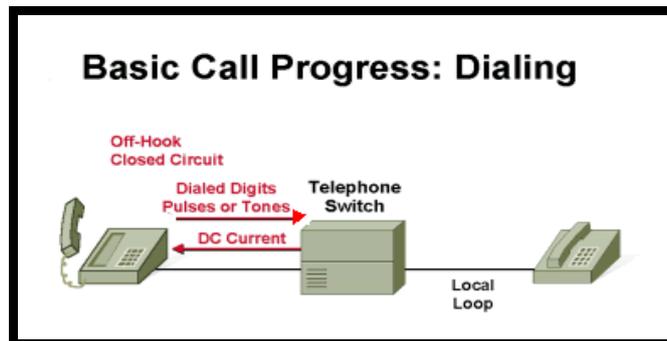


Fig. 2.3 Estado Dialing

2.1.1.5. Conmutación (Switching)

En esta etapa, la Central recibe los tonos o pulsos y los traduce en una dirección del puerto que contiene al número al cual se va a conmutar. Esta conexión podría ir directamente al teléfono solicitado (llamadas locales) o a través de otros conmutadores (llamadas internacionales) antes de llegar a su destino final.

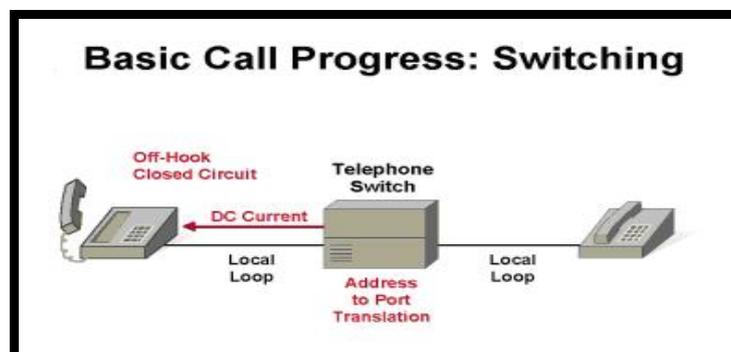


Fig. 2.4 Estado Switching

2.1.1.6. Timbrar (Ringing)

Una vez que el conmutador de la Central establece la ruta para el teléfono llamado, este envía una señal de 90 V con una frecuencia de 20 Hz. Esta señal hace lograr timbrar el teléfono del número solicitado. Mientras el teléfono está

timbrando la central genera un tono audible de 440 y 480 Hertz que lo recibe el teléfono de la persona que está haciendo la llamada.

Estos tonos son emitidos on time y off time. Si el teléfono requerido esta ocupado, la Central envía una señal de ocupado. Esta señal de ocupado consiste en tonos de 480 y 620 Hertz.

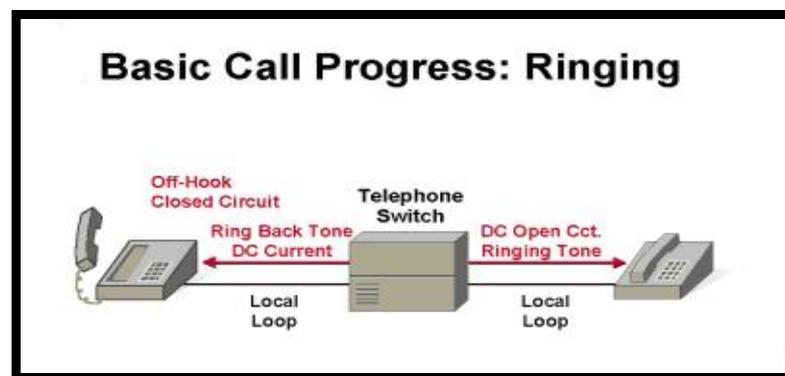


Fig. 2.5 Estado Ringing

2.1.1.7. Comunicación de voz (Talking)

En esta etapa, se establece la comunicación cuando la persona que esta siendo llamada escucha el timbre del teléfono y contesta. En ese momento, en ese lado se entra a un estado off hook, y la conversación se da a lugar.

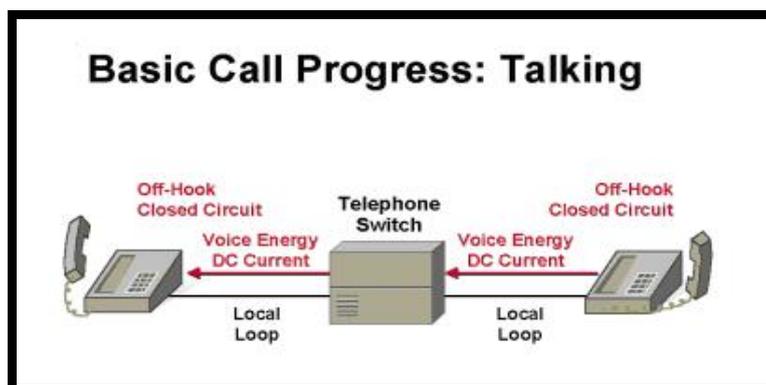


Fig. 2.6 Estado Talking

2.1.2. Sistemas de marcado

Cuando el usuario levanta el auricular, la central detecta que el lazo ha sido cerrado y manda el tono para marcar. El usuario al escuchar el tono y marca. Para este caso existen 2 tipos de marcados:

2.1.2.1. Sistema de marcado por pulsos

En la Fig. 2.7 se ven 2 estados que se los denominan make y break. Make (estado alto) es cuando el circuito está cerrado o en la etapa off hook, y break (estado bajo) cuando el circuito está abierto o etapa on hook.

Este tipo de señalización es observado en los teléfonos de disco, los que no tenían botones, al marcar un número este genera secuencias de altos (make) y bajos (break) los cuales están separados por un cierto tiempo. Típicamente un nivel bajo (break) dura 60 ms y un nivel alto (make) dura 40 ms, no se escogió 50/50 por las características mecánicas de los relés y conmutadores de los sistemas de conmutación. Después que se ha marcado el primer dígito, la central espera 700 ms para detectar el siguiente número. Este sistema casi ya no se usa pero las centrales telefónicas todavía lo soportan.

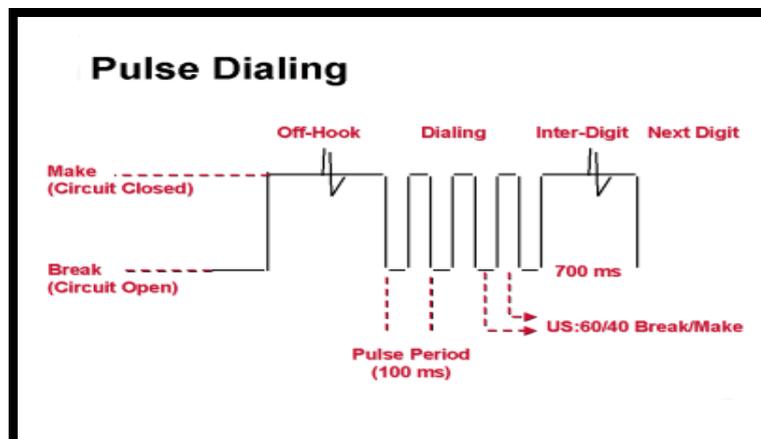


Fig. 2.7 Marcado por pulsos

2.1.2.2. Sistema de marcado por tonos (DTMF)

DTMF (Dual Tone Multifrequency), es una técnica de señalización en banda. Esta técnica es usada en la mayoría de teléfonos análogos que tienen botones para marcar, utiliza 2 frecuencias por dígito reemplazando al make y al break del sistema de marcación por pulsos.

Por ejemplo, si marcamos el 5 entonces dos frecuencias son enviadas 1336 Hz y 770 Hz. Los tiempos para cada frecuencia son iguales 60 ms para cada una y 40 para la otra. Estos valores de frecuencia fueron seleccionados por su susceptibilidad con el ruido normal. DTMF transmite los dígitos mucho más rápido que la marcación por pulsos.

Tone Dialing				
Dual Tone Multi-Frequency (DTMF)				
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Timing:
60 ms Break
40 ms Make

Fig. 2.8 Marcado por Tonos

2.1.3. Señalización Telefónica

Las técnicas de señalización son usadas para supervisión, direccionamiento y para alerta.

La supervisión involucra la detección de cambios en el estado del lazo o la troncal. Una vez que los cambios son detectados, el circuito de supervisión genera una respuesta predeterminada como cerrar un lazo y completar la llamada.

Las señales de direccionamiento pasan los dígitos marcados a un PBX (Private Branch Exchange) o a un CO (Central Office), el cual se encarga de definir una ruta para el número requerido.

Las señales de alerta proveen sonidos (tonos) para el usuario, indicando ciertas condiciones como una llamada entrante o que el teléfono marcado está ocupado o está timbrando.

2.1.3.1. Señalización analógica

Antes de que las técnicas digitales fueran desarrolladas, los sistemas de señalización eran analógicos. Hoy en día la mayoría de sistemas de comunicación de voz utilizan centrales telefónicas digitales, pero todavía existe un gran número de usuarios que utilizan interfases analógicas. Muchas organizaciones, especialmente las compañías que hacen negocios financieros requieren conexiones dedicadas de voz de punto a punto, por lo que se usan interfases analógicas. Estamos en un mundo de alta tecnología, donde se dan comunicaciones digitales de altas velocidades, pero a pesar de ello todavía se usa mucho la tecnología analógica.

Los métodos más comunes de señalización analógica son: Loop Start, Ground Start, y E&M.

2.1.3.1.1. Señalización de lazo iniciado (Loop Start)

Es una técnica de señalización de supervisión que provee una manera de indicar las condiciones en on hook y off hook en una red telefónica. La señalización Loop Start es usada principalmente para la conexión entre el teléfono y la central Pública. Esta técnica de señalización puede ser usada en una de las siguientes conexiones:

- Teléfono a una Central Pública.
- Teléfono a un puerto FXS.
- Teléfono a un PBX.
- PBX a la Central Pública.
- PBX a un puerto FXS.

- PBX a un puerto FXO.
- Puerto FXS a puerto FXO.

La siguiente figura ilustra la señalización Loop-start entre una PBX y una central pública.

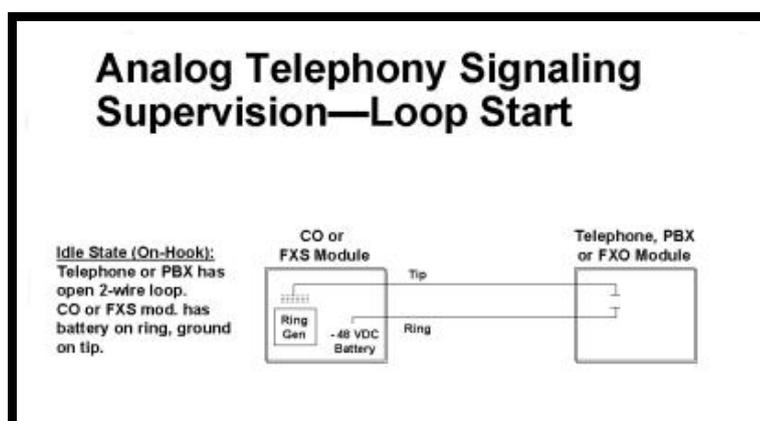


Fig. 2.9 Señalización Loop-Start

Cuando la PBX cierra el lazo entre las líneas Tip y Ring, la central pública detecta el flujo de corriente generando el tono de marcado, el cual enviado a la PBX. Esto indica que del lado del la PBX se puede marcar.

Para las llamadas entrantes a la PBX, la central pública toma la línea de Ring hacia la PBX y en ella sobrepone 90 VAC, a una frecuencia de 20 Hz, de la señal de 48 VDC generando de esta manera la señal de timbrado. La central pública remueve el tono de timbrado una vez que la PBX cierra el circuito entre las líneas Tip y Ring.

2.1.3.1.2. Señalización de tierra iniciada (Ground Start)

Es una técnica de señalización de supervisión, parecida a la señalización Loop Start; provee la información para indicar si el sistema está on-hook o off-hook. Este tipo de señalización es frecuentemente usado en conexiones de central pública a central pública. La principal diferencia con la señalización Loop Start es que esta requiere la detección de una señal de tierra que ocurre en los dos puntos de la conexión antes de que el circuito se haya cerrado.

La siguiente figura ilustra la señalización Ground-start entre una PBX y una central pública.

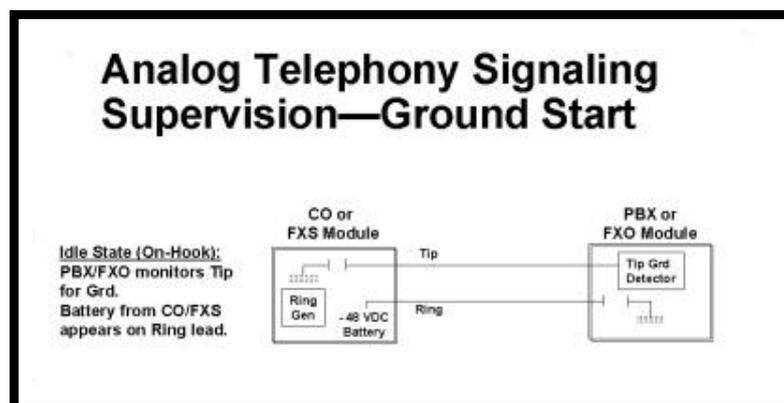


Fig. 2.10 Señalización Ground-Start

En este gráfico vemos que las líneas Tip y Ring están desconectadas de la tierra. La PBX está constantemente monitoreando si la línea Tip se aterriza y la Central Pública monitorea si la línea ring se aterriza.

La PBX aterriza la línea Ring para indicarle a la Central que hay una llamada entrante. La central detecta de que la línea Ring se ha aterrizado, haciendo

esta lo mismo. La PBX censa que la línea Tip está aterrizada y responde desactivando la línea de Tierra para unirla con la línea Tip.

Cuando existe una llamada entrante la Central Pública envía por medio de la línea Ring una señal de timbrado, de 90 VDC a 20 Hz, la PBX censa que la línea Tip se encuentre aterrizada y recibiendo señal de timbrado. En el momento que la PBX tenga los recursos para poder cerrar el lazo entre las líneas Ring y Tip. La central pública cesa el flujo de corriente y desactiva la señal de timbrado.

2.1.3.1.3. Señalización E&M

Es una técnica de señalización troncal usada en centrales públicas y PBX. En vez de superponer voz y señalización en el mismo cable, E&M usa tiene líneas troncales separadas para cada una; la voz es transmitida sobre 2 o 4 hilos, con 5 tipos de señalización.

A continuación se puede apreciar la conexión de las líneas E&M en un sistema de 2 y 4 hilos para la voz.

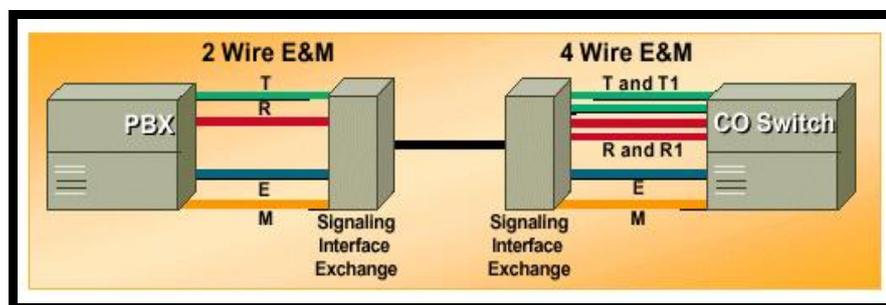


Fig. 2.11 Líneas E&M de 2 y 4 hilos

La siguiente tabla detalla los estados de los diferentes tipos de señalización E&M para la detección y confirmación de los requerimientos para completar una llamada.

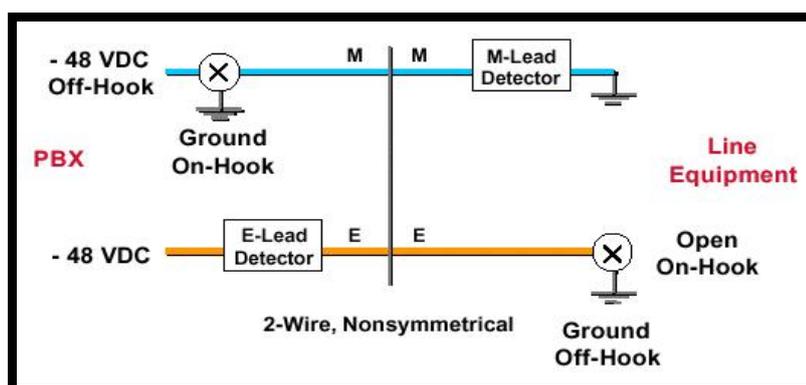


Fig. 2.12 Esquema de señalización E&M

Tipo	M Lead		E Lead	
	Off-Hook	On-Hook	Off-Hook	On-Hook
I	Batería	Tierra	Tierra	Abierto
II	Batería	Abierto	Tierra	Abierto
III	Corriente	Tierra	Tierra	Abierto
IV	Tierra	Abierto	Tierra	Abierto
V	Tierra	Abierto	Tierra	Abierto

Tabla 2.1 Tipos de señalización E&M

El tipo I de señalización E&M es usado en América Norte. El tipo II, III, y IV tiene 4 hilos, un hilo es la línea E y la segunda es la línea M. Los otros 2 hilos son SG (Signal Ground) y SB (Signal Battery). En el tipo II SG y SB son las rutas de regreso para las líneas M y E, en el tipo III se usa SG para proveer la tierra común. El tipo IV no requiere tierra común, cada lado cierra

un lazo de corriente, este flujo de corriente es detectado vía una carga resistiva para indicar la presencia de la señal.

El tipo V es sólo de 2 hilos igual que el de tipo I, y es usado en Europa.

2.1.3.2. Señalización Digital

Sobre una o varias troncales digitales, sean E1 o T1, la señalización digital viaja en distintas formas, entre estas se describe las más importantes.

2.1.3.2.1. Señalización de canal (CAS)

CAS es la transmisión de la información de señalización dentro del canal de voz, conocido como señalización "in band". Esto significa que las señales de voz viajan en el mismo canal con la información de supervisión, direccionamiento y señales de alarma.

Dentro de este tipo de señalización se encuentran los siguientes:

- Bell System MF
- CCITT No. 5
- R1
- R2

2.1.3.2.2. Señalización de canal común (CCS)

En contraste con CAS, CCS no tiene definido los bits asociados con los canales de voz, en vez de esto, usa protocolos de transmisión de datos para transmitir mensajes relacionados como el estado de la llamada, call setup, clear-down, transfer, etc. No existe límite para el número de funciones que

puede desempeñar; sin embargo, el número de funciones que podría manejar está limitado por la estandarización.

CCS es referido como un sistema de señalización “out band”, porque la señalización no sigue necesariamente la misma ruta que los canales de voz que este soporta, como lo hace el sistema CAS.

La primera generación de CCS es conocida como SS6; y la segunda generación como SS7 (Sistema de Señalización 7).

2.1.3.2.3. Señalización Qsig

Qsig es un sistema de señalización usado entre pares de una red de comunicación de voz corporativa. Internacionalmente, Qsig es conocida como Sistema de Señalización Privado No. 1 (PSS1). Este estándar abierto está basado en la serie ITU-T Q.9XX de recomendaciones para servicios básicos y suplementarios.

Los siguientes son característicos del sistema de señalización global Qsig:

- Permite la interconexión de equipos de diferentes fabricantes.
- Proporciona servicios suplementarios, característica de transparencia, entre sistemas PBX.
- Es inter-operable con redes RDSI públicas y privadas.
- Opera en cualquier configuración de red (estrella o malla) y es compatible con muchos tipos de interfaces PBX.
- No impone restricciones en los planes numéricos privados.

2.1.3.2.4. Señalización RDSI

La tecnología RDSI utiliza señalización fuera de banda, delta (canal D), para el establecimiento y señalización de la llamada. Para efectuar llamadas telefónicas normales, el usuario marca el número un dígito a la vez. Una vez recibidos todos los números, se transfiere la llamada al usuario remoto. En RDSI los números llegan al conmutador a la velocidad del canal D, lo que reduce el tiempo necesario para establecer la llamada.

La tecnología ISDN utiliza un conjunto de estándares UIT-T que abarcan las capas física, de enlace de datos y de red del modelo de referencia OSI: Las especificaciones ISDN PRI y BRI de la capa física se denominan UIT-T I.430 e I.431 respectivamente.

La especificación de capa de red se define en UIT-T Q.930 (también denominado L450) y UIT-T Q.931 (también denominado I.451). Estos dos estándares especifican las conexiones de usuario a usuario, conmutadas por circuito y por paquete.

Capa del modelo OSI	Canal D	Canal B
3	Q.931 – ISDN Capa de red entre el terminal y el switch	IP
2	Q.921 – LAPD (Procedimiento de acceso al enlace del canal D)	PPP HDLC
1	I.430/I.431 Interfaz de capa física de ISDN: = I.430 para la interfaz básica = I.431 para la interfaz principal	

ISDN se define como las Capas 1, 2 y 3 del modelo OSI.

Tabla 2.2 Definición de RDSI de acuerdo al modelo OSI

El servicio BRI se proporciona en un loop local que tradicionalmente transporta el servicio telefónico analógico por cable. Aunque existe una sola

ruta física en las BRI, hay tres rutas de información separadas, 2B+D. La información de los tres canales es multiplexado en una ruta física única. Los formatos de la trama de la capa física o Capa 1 varían según la trama sea entrante o saliente.

Las tramas BRI en la tecnología ISDN constan de 48 bits. Se transmiten cuatro mil tramas como estas por segundo. Cada uno de los canales B, el B1 y el B2, tiene una capacidad de $2 * (8 * 4000) = 64$ Kbps. El Canal D tiene una capacidad de $4 * 4000 = 16$ Kbps. Esto representa 144 Kbps de la velocidad de la interfaz física BRI de 192 Kbps. El resto de la velocidad de transmisión de datos lo usan los bits de encabezado necesarios para la transmisión. Cabe notar que la velocidad física de la interfaz BRI es de $48 * 4000 = 192$ Kbps. La velocidad efectiva es de 144 Kbps = 64 Kbps + 64 Kbps + 16 Kbps (2B+D)⁽⁵⁾.

2.1.4. ECO

Cuando una persona esta teniendo una conversación por teléfono, un poco de la energía de lo que estamos hablando va a ser reflejada en el teléfono de tal forma que podamos escucharnos a nosotros mismos.

Este efecto depende de 2 importantes factores: la cantidad de señal reflejada, y el tiempo de duración que toma llegar la señal al otro teléfono. Si el retardo es suficientemente pequeño, el sonido percibido es el "Sidetone" (el sonido que el receptor escucha en el auricular del teléfono); sin embargo si el retardo excede un cierto umbral, la señal reflejada empezará a percibirse como eco.

⁽⁵⁾ Para mayor información, consulte en Guía académica de CISCO CCNA 4: Tecnologías WAN v3.1

Este umbral es subjetivo y varía de persona a persona. Un valor de retardo de 10ms será escuchado como “sidetone”, desde 10 hasta 30ms el retardo le añadirá a la voz un sonido que se conoce como túnel, y más allá de los 30ms será percibido como un verdadero eco.

Causas del eco

Existen 2 factores que contribuyen al eco: el retardo introducido por la red que transmite la conversación y puntos en la ruta que reflejan la señal de la voz.

La gráfica siguiente muestra una ruta entre 2 teléfonos y la causa más común del eco, eco híbrido. Ambos teléfonos en este ejemplo son de 2 hilos, lo que significa que se conectan al conmutador sobre un par de cobre. En el conmutador la ruta de 2 hilos es convertida a 4 hilos usando un circuito híbrido, y la conversación es transportada sobre la red a otro conmutador sobre 4 hilos. En el otro conmutador, se vuelve a pasar la conversación a 2 hilos para transmitirse al otro teléfono. Si la impedancia presente en los teléfonos y la línea no cuadra perfectamente, va a existir una cierta cantidad de señal que va a ser reflejada.

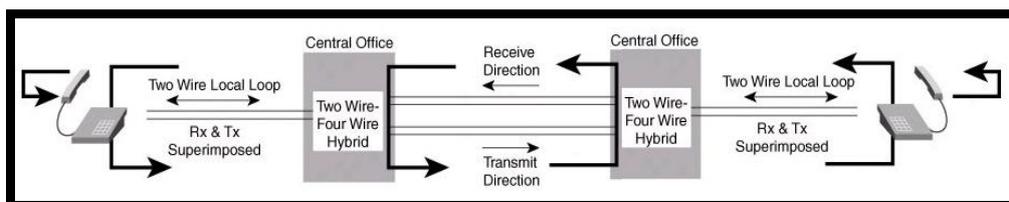


Fig. 2.13 Ilustración de la causa del ECO

2.1.4.1. Dispositivo de control del Eco.

Existen 2 técnicas que son usadas para controlar el eco: supresión de eco y cancelación del eco. En ambos casos, la cancelación del eco y la supresión del eco trabajan sobre 4 hilos.

Supresión del Eco

La voz frecuentemente es fuerte y el eco es atenuado, el supresor de eco determina que señal va hacia un teléfono y cual señal va hacia el otro teléfono, o ambos. El supresor de eco determina que hay eco, y este lo atenúa o corta la transmisión. Si el supresor de eco determina que en la conversación de ida y regreso se encuentra el eco, al mismo tiempo, este no puede atenuar el eco sin afectar el nivel de voz.

Este no es el mejor mecanismo para remover el eco, de hecho, causa otros problemas. No se puede usar en una línea RDSI (Red digital de servicios integrados) el supresor de eco, porque este puede ser limitado para el rango de frecuencia que RDSI usa.

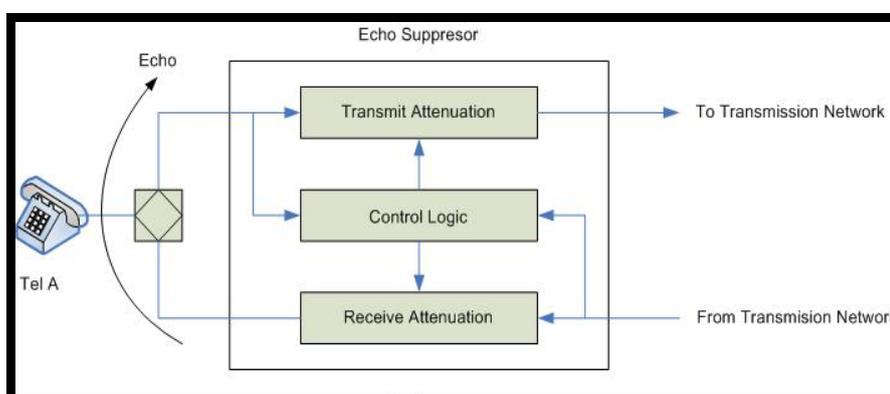


Fig. 2.14 Supresor de Eco.

Cancelación del eco

Es un método más complicado que la supresión de eco. Antes de atenuar el eco, este equipo calcula un estimado de cuanto eco va a existir en la línea, y luego elimina este de la señal de regreso. El resultado es que el eco es eliminado.

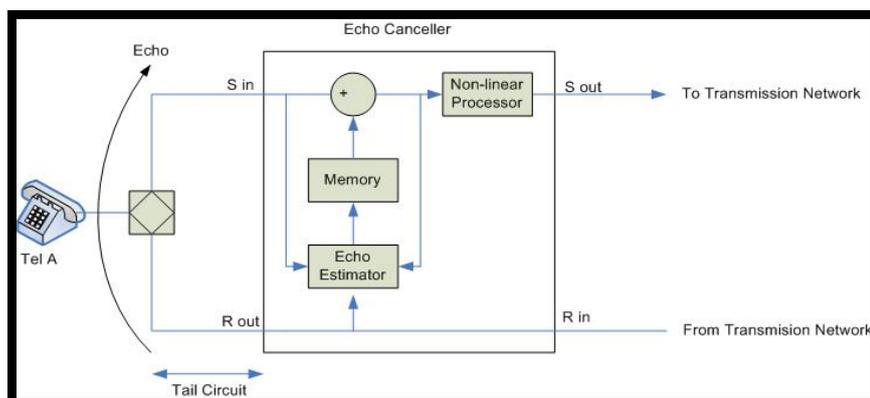


Fig. 2.15 Cancelador de Eco

En las redes de hoy basadas en redes de paquetes, se pueden construir canceladores de eco dentro de codecs de baja tasa de bits y opera en cada DSP. Para algunos fabricantes la implementación del cancelador de eco está hecha dentro del software.

2.1.5. Digitalización de la voz

Como la voz es transportada en el teléfono, sobre líneas subscriptoras, dentro de la PBX y a través de compañías de telefonía pública, este recoge ruido y distorsiones. Mientras mayor sea la distancia, la voz viaja con el suficiente ruido y distorsión, diferente a la original, volviéndose difícil de entender. Adicionalmente, cuando la voz análoga es transportada sobre grandes distancias esta es atenuada, lo cual significa que el volumen disminuye.

Actualmente, muchas líneas troncales enlazadas a las oficinas centrales son digitales. Las compañías telefónicas y portadores usan líneas digitales porque son más confiables y menos sensibles a ruidos y distorsiones.

Los beneficios de la digitalización de la voz son:

- Independiente de la distancia.
- Las señales digitales pueden ser multiplexados o combinadas en un mismo medio físico, lo cual reduce el número de cables necesarios para transmitir múltiples llamadas telefónicas.

Las señales analógicas representan información como una señal variable continua cuantificada con nivel de voltaje. Sin embargo, las señales digitales representan valores discretos que no son continuos representado por dígitos binarios (bits) usualmente con unos 1s y ceros 0s. Las señales analógicas pueden ser convertidas a señales digitales por un codec (codificador, decodificador). Un codec realiza esta operación muestreando, cuantizando y codificando la señal. Los codecs son usados para convertir los canales de voz analógicos a canales de 64Kbps digitales.

Cuando la persona habla, crea variaciones de presión en el aire. El teléfono recoge estos cambios de presión y los convierte en señales eléctricas que son análogas a la señal acústica de la persona.

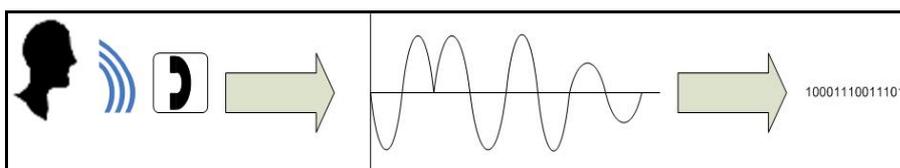


Fig. 2.16 Proceso para la digitalización de la voz

2.1.5.1. Red digital de servicios integrados

Las Redes digitales de servicios integrados (RDSI), conocida en inglés como Integrated Services Digital Network (ISDN), son redes que proporcionan conectividad digital de extremo a extremo para dar soporte a una amplia gama de servicios, que incluye servicios de datos y de voz.

Las RDSI permiten la operación de múltiples canales digitales al mismo tiempo a través del mismo cable telefónico normal utilizado en las líneas analógicas, pero las RDSI transmiten señales digitales y no analógicas. La latencia es mucho menor en una línea RDSI que en una línea analógica.

Los estándares ISDN definen dos tipos principales de canal, cada uno de distinta velocidad de transmisión. El canal portador o canal B se define como una ruta digital libre. Se le llama libre porque puede transmitir cualquier tipo de datos digitalizados, en modo full duplex. Por ejemplo, es posible hacer un enlace digital de voz en un canal B. El segundo tipo de canal recibe el nombre de canal delta o canal D. El canal D transporta la información de control del canal B.

La tecnología ISDN especifica dos métodos de acceso estándar, BRI y PRI. Una única interfaz BRI o PRI provee un grupo multiplexado de canales B y D.

La BRI utiliza dos canales B de 64 Kbps más un canal D de 16 Kbps. Como la BRI utiliza dos canales B y un canal D, a veces se conoce como 2B+D.

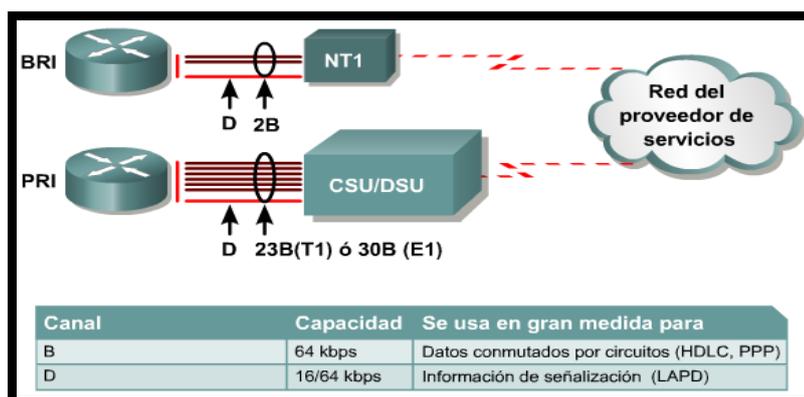


Fig. 2.17 Métodos de acceso para la tecnología ISDN

El canal D transporta mensajes de señalización tales como establecimiento y corte de la llamada, para el control de llamadas en los canales B. El tráfico en el canal D emplea el Protocolo de procedimiento de acceso al enlace en canales D (LAPD). El LAPD es un protocolo de capa de enlace de datos basado en el HDLC.

En América del Norte y Japón, las PRI ofrecen veintitrés canales B de 64 Kbps y un canal D de 64 Kbps. Las PRI ofrecen el mismo nivel de servicio que las conexiones T1 o DS1. En Europa y en gran parte del resto del mundo, las PRI ofrecen 30 canales B y un canal D, para así ofrecer el mismo nivel de servicio que un circuito E1. Las PRI utilizan la Unidad de servicio de datos/Unidad de servicio del canal (DSU/CSU) para las conexiones T1/E1.

2.2. Sistemas de comunicación telefónica privada

2.2.1. Fundamentos de sistemas de comunicación de voz

2.2.1.1. Multiplexión por división del tiempo (TDM)

El elemento central en el diseño de una central digital PBX es el bus de transmisión local que está conectada a una tarjeta conformada por puertos para líneas de circuito. Muchas de estas tarjetas tienen en común el que pueden compartir un bus de transmisión local, y un sistema PBX también puede tener muchos buses locales dedicadas para el diseño de tarjetas alojadas dentro de un armario en forma de archivero. Las tarjetas son usadas para conectar equipos periféricos, como teléfonos y líneas troncales de compañías telefónicas, los mismos que se comunican dentro del circuito de conmutación de red en donde el bus de transmisión local es el punto de entrada y salida. Las señales

de voz transmitidas desde la tarjeta hacia el bus de transmisión se hacen en formato digital⁽⁷⁾.

La transmisión y codificación estándar usada para todas conmutaciones de circuitos concurrentes en sistemas PBX es conocido como Multiplexión por División de Tiempo/ Modulación por Código de Pulso (TDM/PCM)

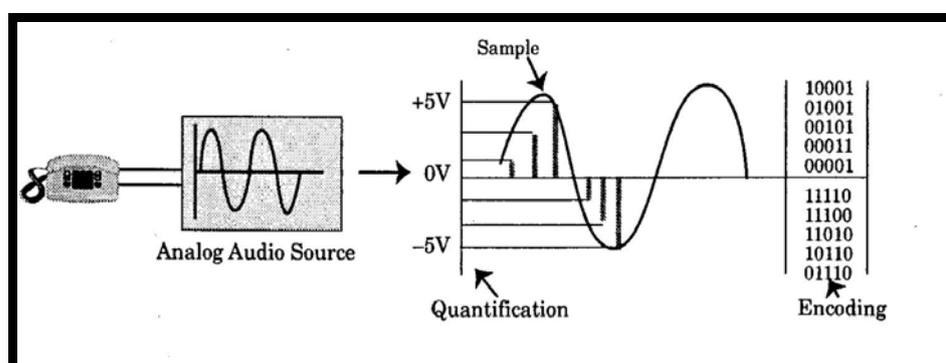


Fig. 2.18 Multiplexión por división de tiempo

2.2.1.2. Modulación de código de pulso (PCM)

Esta es una técnica de muestreo para la digitalización de la voz originada como una señal de audio analógica. PCM muestrea la señal analógica original 8000 veces por segundo. Esto es más comúnmente referido como un muestreo de 8 KHz. La tasa de muestreo es usada para codificar la señal de voz la misma que está basada en el rango de frecuencia de la señal original. Para representar exactamente una señal analógica en formato digital, es necesario aplicar una tasa de muestreo equivalente al doble de la máxima frecuencia de la señal analógica.

⁽⁷⁾ Para mayor información, consulte en "Diseño del procesador de llamadas de una PBX", "PBX Systems for IP Telephony" de Allan Sulkin

La máxima frecuencia de la voz humana está sobre los 3.1 KHz. Esta frecuencia fue redondeada hasta 4 KHz para un fácil diseño de ingeniería, resultando una tasa de muestreo de 8 KHz (2×4 KHz) para digitalizar la señal de la voz. Una tasa de 8 KHz es equivalente a un muestreo de cada 125 microsegundos⁽⁷⁾.

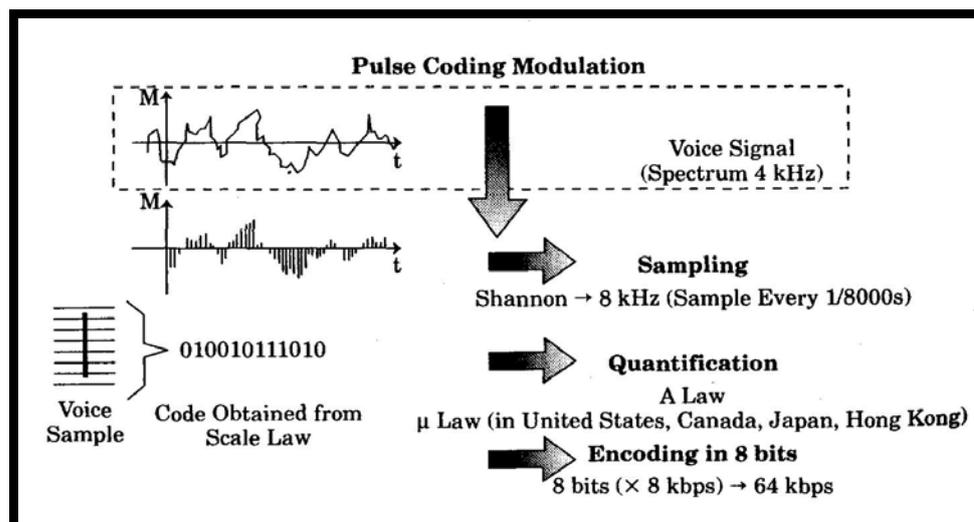


Fig. 2.19 Modulación por código de pulso

Cada muestra digital es representada por una palabra de 8 bits que mide la amplitud de la señal. La amplitud de la señal está representado por energía eléctrica (expresada en voltios) generada por el transmisor y receptor del teléfono. Esta técnica se la conoce Señalización Digital cero, conocida en inglés como "Digital Signaling 0" (DS0), o formato de transmisión de canal de 64 Kbps (8 bits x 8 KHz).

Hay 2 estándares para el nivel del muestreo de señal codificada. La ley μ es un estándar utilizado en Norte América y Japón, y la ley A es el estándar usado en

⁽⁷⁾ Para mayor información, consulte en: "Diseño del procesador de llamadas de una PBX", "PBX Systems for IP Telephony" de Allan Sulkin

el resto de países del mundo, aunque en ambos se use los 64 Kbps como formato de la transmisión. Es por esta razón, que los sistemas PBX tienen que ser diseñados y programados para diferentes mercados geográficos.

2.2.2. Componentes de un sistema PBX

Una central PBX consiste en un conjunto de componentes físicos y lógicos diseñado para emular una pequeña compañía de telefonía pública, y proveer comunicación enrutar las llamadas hacia la Red Pública Conmutada de Telefonía, en inglés “Public Conmutadored Telephone Network” (PSTN). Estos sistemas están compuestos de 4 áreas, y cada una de ellas contiene una o más funciones⁽¹⁰⁾:

- Líneas de extensión
- Líneas Troncales
- Sistema lógico y procesador de llamadas.
- Conmutador

Estas funciones se ilustran en la siguiente figura:

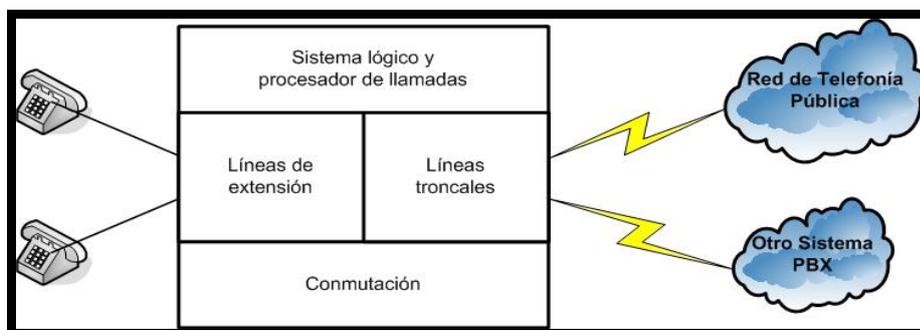


Fig. 2.20 Componentes básicos de una central PBX

⁽¹⁰⁾ Para mayor información, consulte en: Revisando el interior de una PBX, CISCO AVVID and IP Telephony Design & Implementation

2.2.2.1. Líneas de extensiones

Cada recurso en el lado privado de la PBX es llamado extensión. Estos dispositivos están conectados directamente, cada uno, a un puerto de la PBX. Estas conexiones son típicamente digitales, sin embargo, extensiones análogas para modems y otros servicios se encuentran disponibles a través de un puerto FXS, el cual es comúnmente usado para estaciones análogas como teléfonos comunes, máquinas de Fax, y modems. Estos equipos son conectados a través cables de categoría 3, categoría 5, y los más comunes cables de 2 o 4 hilos (par simple o dos pares) a una regleta.

La PBX provee tono de marcado a las extensiones, tal como lo hacen las centrales de telefonía pública a los teléfonos de los abonados, usando el sistema de marcado por tonos (DTMF).

2.2.2.2. Líneas Troncales

Similar a las líneas de extensión estas usan pares de cobre para conectarse directamente a las centrales de telefonía pública, pero en este caso se utiliza un puerto analógico, por cada canal de voz, llamado FXO. Mientras no se requiera este puerto, la mayoría de las PBXs se conectan por lo menos a un circuito E-1 para la comunicación a las centrales de telefonía pública o a otra PBX. La troncal E1 es un circuito el cual puede llevar múltiples canales de voz por un mismo medio usando la multiplexión por división de tiempo (TDM). Este tipo de circuito puede llevar hasta 30 canales de voz dependiendo del tramado y la señalización. También existe el estándar T-1, el cual puede transportar hasta 24 canales de voz.

Algunas líneas troncales llamadas de lazo, en inglés Tie Line, son implementadas para proveer un canal de comunicación privado entre una o algunas PBX; a través de estas líneas las PBX pueden compartir un mismo plan de marcado, y usar otros servicios, entre ellas.

2.2.2.3. Sistema lógico y procesador de llamadas

Esta parte de la PBX es la responsable de proveer tono de marcado, recepción y análisis de dígitos, asignación de espacios de tiempo en el bus TDM para comunicación con las líneas troncales o extensiones a través del conmutador, selección de rutas, y monitoreo de llamadas.

Para que las líneas troncales y extensiones puedan trabajar adecuadamente con la PBX, es necesario que esta posea un control en flujo de llamadas. El proceso básico está fundado en el plan de marcado, el cual consiste en comparar los tonos DTMF contra las reglas de rutas y los caminos configurados en la PBX. Estos tonos representan valores numéricos, mas los símbolos de * y #, los cuales permiten a la PBX direccionar las llamadas originadas en las extensiones hacia los puntos finales de las líneas troncales, o a otra extensión dentro de la red privada.

La central PBX puede tomar decisiones basadas en tablas estáticas dentro de un modo dinámico. Cuando la PBX recibe una llamada esta la enruta indicando, de acuerdo al plan de marcado, el camino que debe tomar para llegar hacia su destino. Como diseño, se puede especificar que las llamadas de larga distancia (indicadas con un código numérico) deben usar la línea troncal conectada con un proveedor alternativo, que brinde menor costo por minuto para llamadas de este tipo.

2.2.2.4. Conmutador

La conmutación dentro del sistema PBX consiste en el mapeo de un canal en una interfaz con otro canal en otra interfaz. Por ejemplo, esto podría ser cuando se enlaza un DS-0 hacia un DS-1 (T-1), o un puerto FXS con una troncal E1 en otra PBX. La función del procesador de llamadas es decidir lógicamente que camino tomar. Una vez establecido, la conmutación de los paquetes TDM es transparente para el procesador antes que la llamada finalice.

2.3. Telefonía IP

2.3.1. Introducción

El concepto de Voz sobre IP o más conocida por sus iniciales en inglés "VoIP", se escucha cada vez más en el mundo de las telecomunicaciones, ahora no es raro oír frases tales como: Nos comunicamos por video conferencia o quizás nos conviene Instalar Telefonía IP, y es que el concepto de VoIP abarca muchos ámbitos de las comunicaciones digitales, ya que permite transmitir señales de Voz analógicas a través de las redes IP mediante paquetes de datos previamente transformados para este propósito.

Entre los muchos aspectos que abarca la Voz sobre IP se encuentra la Telefonía IP, que para los usuarios representa un tipo de comunicación similar en la forma de comunicarse a la que proporciona la telefonía PSTN pero no en el fondo, ya que la arquitectura que se encuentra detrás de la Telefonía IP, es distinta por cuanto la transmisión de la Voz, como se dijo antes, se transporta mediante paquetes de datos a través de las redes IP, por lo tanto son otros los componentes que participan en el establecimiento de las comunicaciones. En el proyecto que se describe a continuación se trabaja implementando la Voz sobre IP, para ser

utilizadas en la Telefonía IP y a su vez unir este sistema de comunicaciones con el mundo de la Telefonía Pública o privada.

Para lograr los objetivos del proyecto se necesita antes que todo, tener claro los conceptos que envuelven la Telefonía IP, es por eso que en el capítulo siguiente se presentan los conceptos básicos para lograr implementar el sistema requerido. Junto con esto se describen las herramientas de Hardware y Software a ser utilizadas y se realiza el proceso de configuración como combinarlas para lograr los objetivos propuestos.

2.3.1.1. Diferencias Técnicas entre las redes de datos y de VOZ

Las redes de telefonía pública se basan en la tecnología TDM lo que quiere decir que las llamadas utilizan los recursos disponibles para la comunicación por un tiempo determinado, además todas las llamadas utilizan el concepto de conmutación de circuito, lo que se traduce en que al establecer una llamada los recursos no pueden ser utilizados hasta que dicha llamada finalice. Estos recursos quedan tomados por la llamada incluso en los lapsos en que se encuentra en silencio.

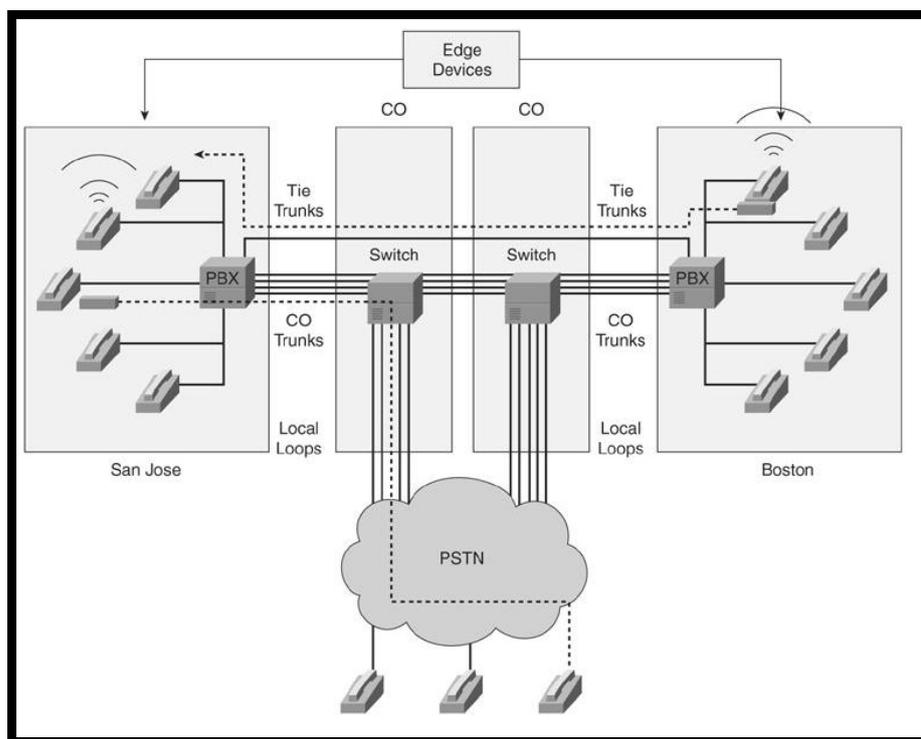


Fig. 2.21 Transporte de conmutación por circuito.

A diferencia de las redes de telefonía pública, existen las redes basadas en la comunicación de paquetes de datos y particularmente las redes que soportan IP, en estas redes los paquetes de datos que contienen la información, se transportan utilizando diferentes caminos dependiendo del tráfico y características de la red en cuestión, lo que se traduce en una mayor utilización de los recursos físicos disponibles, ya que se pueden establecer una de una comunicación a la vez, donde los paquetes son dirigidos por la mejor ruta posible.

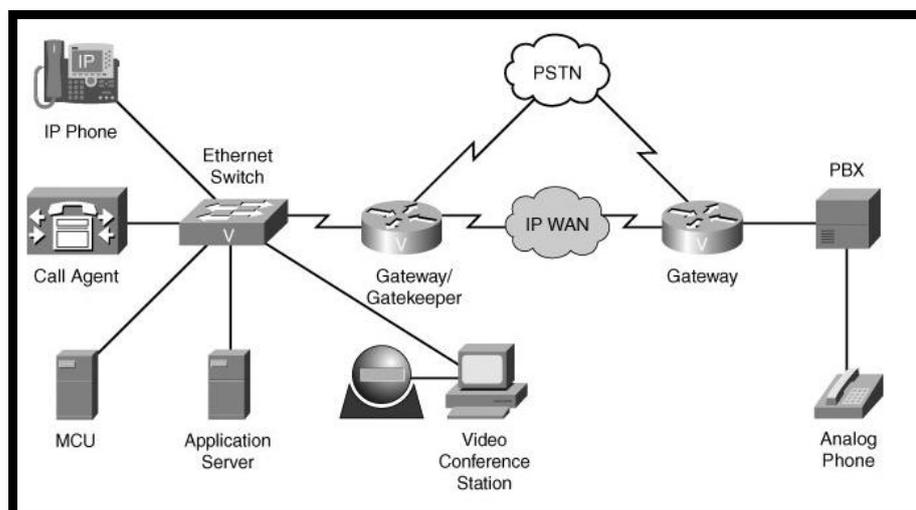


Fig. 2.22 Transporte de conmutación por paquetes.

A pesar de las ventajas que presentan las redes de conmutación de paquetes, existen algunos factores que afectan la comunicación, efectos tales como las pérdidas de paquetes en la transferencia de la información y pérdida de la calidad de la voz. Pero estas falencias han ido disminuyendo con la implementación de los estándares de comunicación y a medida que pasa el tiempo van estableciendo normas más eficientes en el desarrollo de la tecnología VoIP.

2.3.2. Conceptos generales de Voz sobre IP (VoIP)

La tecnología de Voz sobre IP es la que nos proporciona la propiedad de transportar la voz a través de las redes de datos IP, previa transformación a paquetes de información. Pero para llevar a cabo este propósito, VoIP presenta varias etapas que son importantes comprender antes de estudiar el funcionamiento particular de la telefonía IP. Dichas etapas se describen a continuación.

2.3.2.1. Tecnología IP

Muchos de los beneficios de la Voz sobre IP son derivados del uso del Protocolo Internet (IP) como mecanismo de transporte. Es por eso, que para un mayor entendimiento de la tecnología de VoIP se tiene que conocer la manera en que las aplicaciones corren sobre IP.

IP es un protocolo no orientado a conexión que reside en la capa 3 del modelo OSI, lo cual significa que no cuenta con mecanismos de confiabilidad, control de flujo, secuenciación, o confirmación de recepción. Otros protocolos, como TCP, que se encuentran en una capa superior a IP (capa 4) pueden agregar controles de flujo, secuenciación, y otras características.

IP es considerado como un protocolo de ráfagas, por lo que las aplicaciones que residen sobre IP tienen largos periodos de inactividad, seguido por la necesidad de una gran porción de ancho de banda. Un ejemplo es el correo electrónico (e-mail), cuando el gestor de correo es configurado en un computador personal para descargar e-mail cada 20 minutos, sobre estos 20 minutos existe una inactividad relativa durante la cual poco o nada del ancho de banda es necesario. Mientras el e-mail es una simple aplicación, otras aplicaciones corren sobre IP siguiendo la tendencia a ráfagas similares (aplicaciones agrupadas, video, voz sobre IP).

Un paquete IP puede ser direccionado en tres maneras generales: unicast, multicast, o broadcast. Estos tres mecanismos proveen el significado de cada paquete IP para ser etiquetado con una dirección destino, cada uno de estos de manera única:

Unicast: Es un paquete que se envía a la dirección de destino a un sólo equipo de la red.

Broadcast: Paquete de datos que se envía a todos los nodos de una red. Los broadcasts se identifican a través de una dirección de broadcast.

Multicast: Usan un rango especial de direccionamiento que habilita a un grupo de usuarios en diferentes sub-redes para recibir el mismo flujo. Esto le permite al transmisor enviar un paquete que puede ser recibido por distintos equipos.

Direccionamiento IP

El direccionamiento IP es fundamental para la construcción de redes IP, es por eso que es necesario su buen entendimiento. El direccionamiento de la capa de red es jerárquico. Por ejemplo, en la PSTN de Norte América cada región está designada por un código de área, con un prefijo (Nxx) denota una sub-región y un identificador de estación indicando el número telefónico.

Los ruteadores envían el tráfico basado en la capa 3 o dirección de capa de red.

El direccionamiento IP soporta 5 clases de redes como las siguientes:

La dirección Clase A se diseñó para admitir redes de tamaño extremadamente grande, de más de 16 millones de direcciones de host disponibles. Las direcciones IP Clase A utilizan sólo el primer octeto para indicar la dirección de la red. Los tres octetos restantes son para las direcciones de equipos finales (redes disponibles = 126, equipos disponibles= 16,777,214).

La dirección Clase B se diseñó para cumplir las necesidades de redes de tamaño moderado a grande. Una dirección IP Clase B utiliza los primeros dos de los cuatro octetos para indicar la dirección de la red. Los dos octetos restantes especifican las direcciones de los equipos terminales (redes disponibles = 16,384, equipos disponibles= 65,534).

El espacio de direccionamiento Clase C es el que se utiliza más frecuentemente en las clases de direcciones originales. Una dirección IP Clase C utiliza los primeros tres de los cuatro octetos para indicar la dirección de la red. Este espacio de direccionamiento tiene el propósito de admitir redes pequeñas con un máximo de 254 equipos (redes disponibles = 2, 097,152, equipos disponibles= 254).

La dirección Clase D se creó para permitir multicast en una dirección IP. Una dirección multicast es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea una sola corriente de datos a múltiples receptores.

Se ha definido una dirección Clase E. Sin embargo, la Fuerza de tareas de ingeniería de Internet (IETF) ha reservado estas direcciones para su propia investigación. Por lo tanto, no se han emitido direcciones Clase E para ser utilizadas en Internet. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase E siempre son 1s. Por lo tanto, el rango del primer octeto para las direcciones Clase E es 11110000 a 11111111, o 240 a 255.

Las direcciones IP son escritas en formato decimal como por ejemplo: 121.10.3.116. En la figura 2.23 se muestra el formato de las direcciones de clase A, B, y C para redes IP.

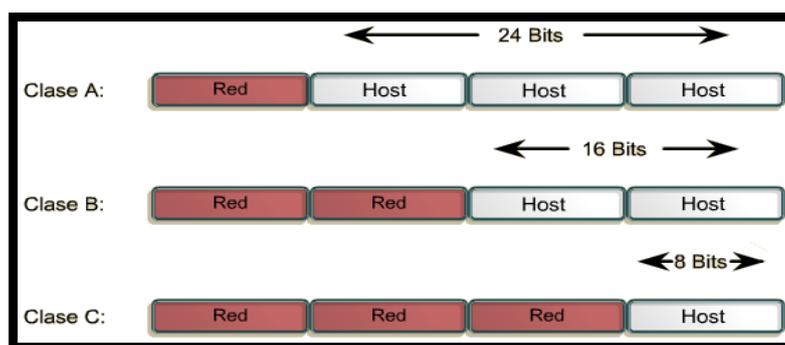


Fig. 2.23 Clases de direcciones IP

Los administradores de red necesitan a veces dividir redes, especialmente las más grandes, en redes más pequeñas. Estas divisiones más pequeñas se denominan *subredes* y proporcionan flexibilidad de direccionamiento. Por lo general, se conoce a las subredes simplemente como *subredes*.

De manera similar a lo que ocurre con la porción del número de host de las direcciones Clase A, Clase B y Clase C, las direcciones de subred son asignadas localmente, normalmente por el administrador de la red. Además, tal como ocurre con otras direcciones IP, cada dirección de subred es única.

Para crear una dirección de subred, un administrador de red pide prestados bits del campo de host y los designa como campo de subred. El número mínimo de bits que se puede pedir es dos. Al crear una subred, donde se solicita un sólo bit, el número de la red suele ser red .0. El número de broadcast entonces sería la red .255. El número máximo de bits que se puede pedir prestado puede ser cualquier número que deje por lo menos 2 bits restantes para el número de host.

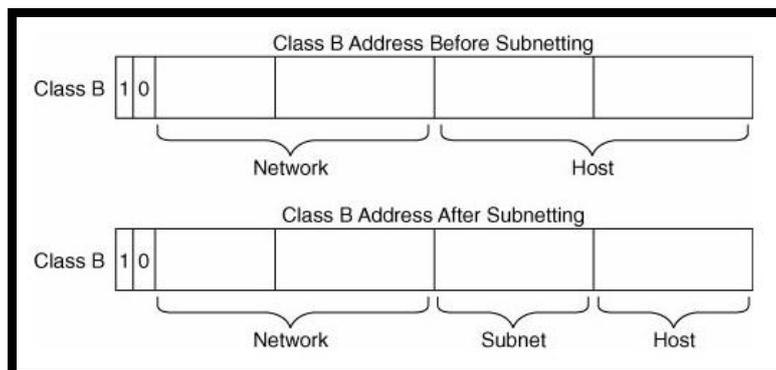


Fig. 2.24 Subredes en el direccionamiento IP

Mecanismos de transporte IP

El Protocolo para el control de la transmisión (TCP): Es un protocolo de Capa 4 orientado a conexión que suministra una transmisión de datos full-duplex confiable. TCP forma parte de la pila del protocolo TCP/IP. En un entorno orientado a conexión, se establece una conexión entre ambos extremos antes de que se pueda iniciar la transferencia de información. TCP es responsable por la división de los mensajes en segmentos, reensamblándolos en la estación destino, reenviando cualquier mensaje que no se haya recibido y reensamblando mensajes a partir de los segmentos. TCP suministra un circuito virtual entre las aplicaciones del usuario final.

El Protocolo de datagrama de usuario (UDP): Es el protocolo de transporte no orientado a conexión de la pila de protocolo TCP/IP. El UDP es un protocolo simple que intercambia datagramas sin acuse de recibo ni garantía de entrega. El procesamiento de errores y la retransmisión deben ser manejados por protocolos de capa superior.

Protocolo de Transporte en tiempo real (RTP): Este protocolo es de proporcionar servicios de entrega de audio y video, videoconferencia en tiempo real de extremo a extremo en redes de paquetes, el proceso de transporte implica modificar la cabecera de cada paquete con su respectiva identificación, secuencia, marcación de tiempo, entre otros para enviar dichos paquetes por la red y reensamblar el flujo del servicio original en el destino.

RTP usa el protocolo UDP porque su velocidad de entrega es menor comparado con TCP. Sin embargo, no dispone de ningún mecanismo para asegurar la calidad de servicio ya que UDP no está orientado a conexión.

El protocolo de transporte detecta todas las pérdidas de paquetes o retrasos que pudieron existir durante el camino, también debe proveer de información temporal para que el receptor pueda compensar el jitter.

Está diseñado para trabajar en conjunto con el protocolo auxiliar RTCP para obtener información sobre calidad de la transmisión y participantes de la sesión.

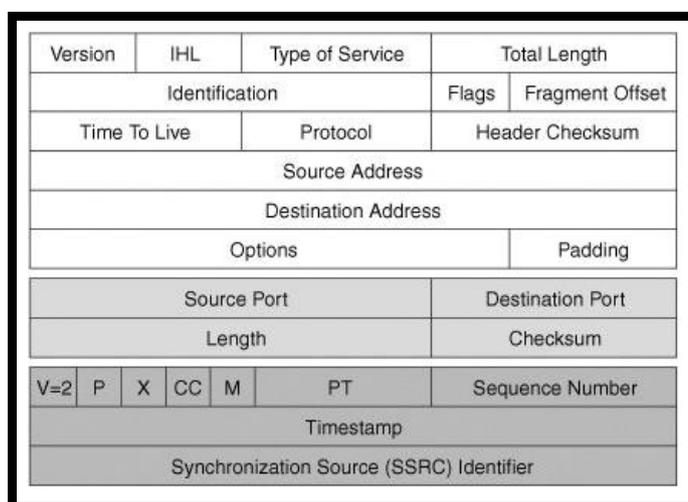


Fig. 2.25 Cabecera RTP

2.3.2.2. Protocolos de Señalización

Los protocolos de señalización son los encargados de manejar y coordinar las comunicaciones en VoIP, para esta tarea, actualmente existen tres tipos de protocolos que son los más utilizados. Aunque cada uno de estos protocolos pretende realizar las mismas funciones de coordinación de las comunicaciones, se verá que su correcto uso está predeterminado por la infraestructura de red en la cual se desea aplicar su tecnología.

2.3.2.2.1. H.323

El estándar H.323 fue desarrollado por la ITU-T para el tráfico multimedia sobre redes con conmutación de paquetes. El aporte de este estándar fue la creación de una colección de protocolos de señalización que permiten controlar el establecimiento, mantención y liberación de conexiones de tráfico multimedia sobre las IP.

Luego de establecer y modificar el estándar H.323, se estableció las entidades que participan en la comunicación multimedia H.323.

1. **Terminal H.323:** Proporciona en tiempo real comunicación bidireccional con otro Terminal H.323. Un terminal debe soportar al menos la transmisión de voz, voz y datos, voz video o voz datos y video.
2. **Pasarela H.323 (Gateway):** permite que las terminales H.323 puedan operar con terminales pertenecientes a otro tipo de redes de circuitos. Las Pasarelas pueden estar conectadas directamente a

Terminales H.323 a otras pasarelas. Adapta flujos de información entre redes distintas.

3. **Unidad de control Multipunto (MCU):** Permite soportar conexiones multipunto en la red H.323. Está conformada por dos partes: el controlador multipunto (MC) que proporciona capacidad de negociación y el procesador multipunto (MP) que se encarga de realizar las funciones de mezcla de medios (audio, video, datos).
4. **GateKeeper (GK):** Es el encargado de proporcionar los servicios al resto de los elementos de la red. Aunque es opcional en una red H.323, su no inclusión limita el servicio de transferencia de medios.

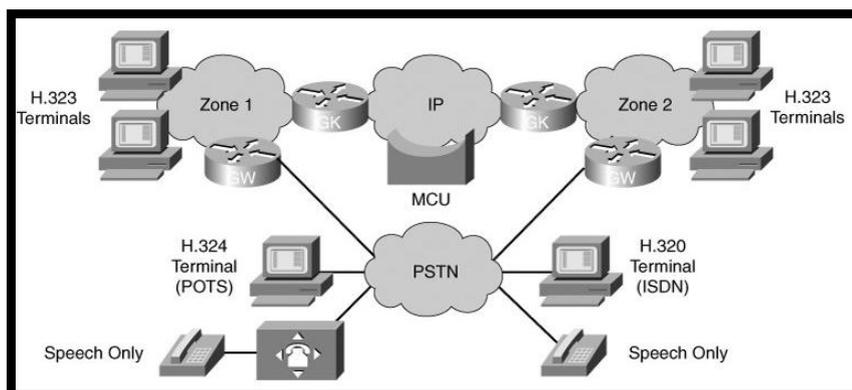


Fig. 2.26 Componentes de H323

2.3.2.2.2. SIP

Session Initiation Protocol (SIP), es un protocolo de señalización, desarrollado por la IETF3 como alternativa al existente H.323. Este protocolo permite a los usuarios, participar en sesiones de intercambio de información multimedia, soportando mecanismo de establecimiento, modificación y finalización de llamada.

SIP se ha propuesto como sistema genérico para el soporte de mecanismo de señalizaciones de servicio de telefonía IP. SIP soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento de terminación de comunicaciones multimedia:

- Localización de Usuarios
- Intercambio y negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de Usuarios
- Establecimiento de Llamadas
- Mantenimiento de Llamadas

SIP es un protocolo basado en el modelo cliente servidor. Los clientes SIP envían peticiones a un servidor, el cual una vez procesada contesta con una respuesta.

Las terminales SIP pueden establecer llamadas de voz directamente sin la intervención de elementos intermedios, al igual que en el caso de H.323.

Además de los terminales H.323 que representan teléfonos IP o pasarelas, la arquitectura SIP define cuatro tipos de servidores.

1. **Servidor Proxy:** Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final.
2. **Servidor de redirección:** Equivalente al servidor Proxy, pero a diferencia de este no contesta a la llamada, si no sino que indica como contactar el destino buscado.
3. **Servidor de registro:** Mantiene la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran, facilitando la movilidad del usuario.

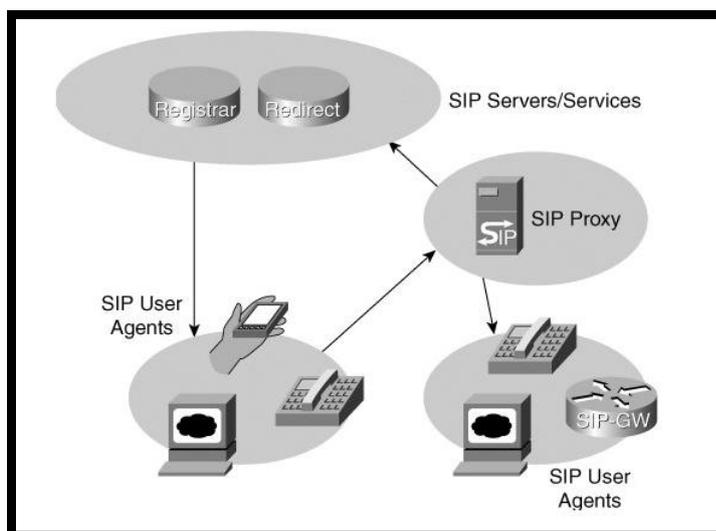


Fig. 2.27 Componentes SIP

2.3.2.2.3. MGCP y MEGACO (H.248)

MGCP a diferencia de SIP y H.323, fue creado con el objetivo de la utilización de redes con conmutación de paquetes como backbone para la transmisión de tráfico de voz originado por redes PSTN.

Los ISP son los que han mostrado un mayor interés en este tipo de tecnología, pensando en integrar progresivamente sus redes de telefonía basada en la conmutación de circuitos y sus redes de datos basadas en la conmutación de paquetes en una sola red homogénea que transporte ambos tipos de tráfico (voz y datos) y que a su vez sea transparente para los usuarios finales.

MGCP para obtener la interoperabilidad divide las pasarelas en tres entidades diferentes:

1. **Controlador de Medios (Media Gateway Controller, MGC):**
Proporciona la señalización H.323 y realiza el mapeo entre la señalización de redes de circuitos y de redes de paquetes.
2. **Pasarela de Medios (Media Gateway, MG):** Proporciona la adaptación de medios y/o las funciones de transcodificación. Este bloque realiza entre otras funciones la traslación de direcciones y cancelación de eco.

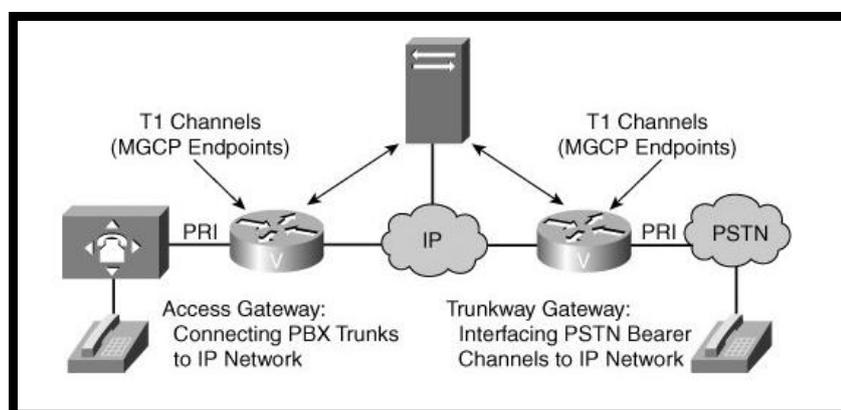


Fig. 2.28 Componentes MGCP

MEGACO (H.248) es muy similar a MGCP. Sin embargo, este proporciona más flexibilidad por interfaz y con una amplia variedad de aplicaciones y pasarelas.

2.3.2.3. Parámetros que influyen en la calidad de la VoIP

Como todo proceso de telecomunicación el transporte de la señal de voz presenta varias implicancias al momento de obtener una buena señal por parte del receptor de la información, algunas de estos factores que a su vez influyen en la calidad de la señal son las siguientes.

Latencia

La latencia también conocida como retardo se caracteriza por el tiempo (se suele considerar como aceptable para un usuario medio una latencia no superior a 150 ms) que tarda la voz en salir de la boca del que esta hablando y el de llegar al oído del que esta escuchando, de ser superior el tiempo de latencia o retardo impediría el mantenimiento de una conversación, afectando

Variación del retardo (Jitter)

Es causado por la red de transporte de la información y corresponde a la variación de tiempo entre la llegada de los paquetes de información al receptor, lo que provoca discontinuidad en la comunicación. Para este problema la solución es adaptar un buffer adecuado para el Jitter que se produce durante la comunicación.

Compensación de Perdida de paquetes

Debido a que las redes IP no garantizan el servicio, esta perdida va a depender de la capa de enlace que se este utilizando para el transporte de la información, y se debe a que en las redes IP la voz es tratada como un paquete de datos común.

Compensación de Eco

El eco pasa a ser un problema en las redes de conmutación de paquetes cuando el retardo es mayor a 50[ms], si esto ocurre se debe proceder a aplicar compensación de Eco, para que la conversación sea fluida. Las técnicas de cancelación de Eco están especificadas por la ITU, donde define las especificaciones de los canceladores de Eco, mediante filtros digitales y comparadores de datos recibidos.

2.3.2.4. Calidad de Servicio (QoS)

La Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service) se refiere a la capacidad de proporcionar el nivel de servicio adecuado a cada tipo de tráfico. La QoS se evalúa mediante el retardo y la disponibilidad de ancho de banda.

La Calidad de Servicio tiene variedad de significados uno de los cuales hace referencia tanto a la clase de servicio (CoS) como a al tipo de servicio (ToS) y el objetivo en este caso es conseguir el ancho de banda y la latencia necesaria para una determina aplicación.

La Calidad de Servicio en redes integradas hoy en día es efectivo, capaz de clasificar, asignar a colas de espera y enviar paquetes de voz IP con el fin garantizar niveles altos de entrega de paquetes, para lograr calidad de servicio aceptable en una red de voz y datos, el objetivo es abatir o eliminar ruido, el eco o el retraso en la comunicación.

Existen dos métodos básicos para brindar QoS:

- **Con reserva:** En este método se reservan recursos explícitamente. En este caso la red clasifica el flujo de paquetes entrantes y manipula esta identificación para proveer un servicio diferenciado.
- **Sin reserva:** En este método no existen recursos reservados explícitamente. El tráfico se clasifica en un tipo de clase y la red provee servicio a las distintas clases basándose en su prioridad. Es necesario que la red diferencie el tráfico, controlando la cantidad de tráfico de una

determinada clase permitida, para mantener la calidad de servicio que se le brinda a otros paquetes de la misma clase.

Clase de Servicio (CoS, Class of Service)

La Clase de Servicio es el esquema de prioridad del estándar 802.1p, esta proporciona un método de asignación de etiquetas a los paquetes con información sobre la prioridad.

El valor de la clase de servicio esta dado entre 0 y 7, este valor es agregado al encabezado de la capa 2 de los paquetes, donde el 0 es la prioridad más baja y el 7 la prioridad más alta.

Valor de CoS	Valores de las colas de reenvío
0	Q2
1	Q1(prioridad más baja)
2	Q1(prioridad más baja)
3	Q2
4	Q3
5	Q3
6	Q4(prioridad más alta)
7	Q4(prioridad más alta)

Tabla 2.3 Asignación de valores de CoS

Los servicios de la clase de servicio se pueden asignar a las colas una vez que se haya asignado un paquete a una cola específica. Las colas de salida se configuran con un esquema de planificación utilizando uno de los siguientes métodos:

- **Prioridad estricta:** Esta prioridad permite priorizar el tráfico sensible al tiempo, en este caso es importante para la empresa, en cuanto a relación con aplicaciones sensibles al tiempo como por ejemplo: el tráfico que se da en la aplicación de VoIP, el tráfico se reenvía antes que el tráfico FTP o el correo electrónico (SMTP).
- **Turno rotativo ponderado:** Reenvía colas enteras en un orden de turno rotativo. Mediante la longitud de una cola se definen las prioridades de la misma, si la cola es de longitud mayor entonces más alta será la prioridad de reenvío de la cola. Por ejemplo si cuatro colas 1, 2, 3, 4, los paquetes que tengan la prioridad más alta se asignarán a la cola 4, caso contrario si el paquete tiene baja prioridad se asignará a la cola 1.

Al proporcionar la prioridad de reenvío más alta a las colas de longitud 4, el turno rotativo ponderado procesa el tráfico de prioridad más alta y garantiza que el tráfico de prioridad más baja se reenvíe satisfactoriamente.

Las colas asignadas a la política de prioridad estricta se asignan automáticamente a la cola de prioridad más alta, de forma predeterminada todos los valores se asignan como política estricta.

Cuando se cambia a la modalidad a turno rotativo ponderado, el valor predeterminado de la ponderación es 1. Los valores de ponderación de cola pueden asignarse en cualquier orden mediante el turno rotativo ponderado. Los valores de turno rotativo ponderado pueden asignarse a nivel de todo el sistema. El tráfico del mejor esfuerzo se asigna siempre a la primera cola. Los valores de

turno rotativo ponderado deben asignarse de forma que la cola 1 siga perteneciendo al mejor esfuerzo.

Tipo de Servicio (ToS, Type of Service)

En IPv4 ya existía la calidad de servicio, en la cabecera del datagrama se encontraba un campo denominado como ToS (Tipo de Servicio) de 8 bits y que se utiliza para indicar el tipo de servicio.

El Tipo de Servicio proporciona una indicación de los parámetros abstractos de la calidad de servicio deseada. Estos parámetros se usarán para guiar la selección de los parámetros de servicio reales al transmitir un datagrama a través de una red en particular. Algunas redes ofrecen prioridad de servicio, la cual trata de algún modo el tráfico de alta prioridad como más importante que el resto del tráfico (generalmente aceptando sólo tráfico por encima de cierta prioridad en momentos de sobrecarga). La elección más común es un compromiso a tres niveles entre baja demora, alta fiabilidad, y alto rendimiento.

Los tres primeros campos representan una prioridad que se denomina **precedencia** el cual permite marcar los datagramas según su importancia.

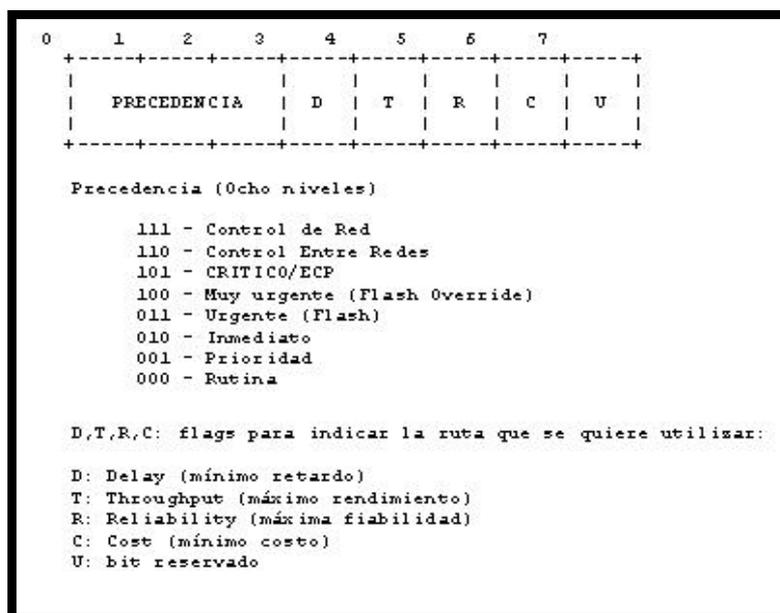


Fig. 2.29 Tipo de Servicio.

El resto se utiliza para solicitar algunas características del servicio (mínimo retardo, máximo throughput, máxima fiabilidad y mínimo coste) excepto el último que siempre es cero.

Clasificación del tráfico

El proceso de clasificación de tráfico es importante ya que es el primer paso para la técnica de QoS.

En la política de clasificación de tráfico existen algunos y variados criterios como:

- Tipo de tráfico contenido en el paquete
- Dirección IP
- Puerto, entre otros

Un ejemplo de esto puede ser la diferenciación por puerto. Dentro de la clasificación de tráfico puede llevarse a cabo: a nivel 2 o a nivel 3, entre estas técnicas se encuentran IEEE 802.1p, IEEE 802.1q y ATM QoS.

IEEE 802.1p

Define el método de etiquetar paquetes a fin de que los conmutadores de nivel 2 en la capa OSI puedan darles prioridad.

El 802.1p es una parte del estándar 802.1d que es utilizado en el protocolo de árbol extensible (Impide que se creen bucles en el tráfico de la red). El protocolo de árbol extensible (STP) proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de conmutador.

El estándar 802.1p es para el nivel 2 de Enlace de datos, por cuanto es independiente del protocolo red (nivel 3), se refiere a 8 niveles de prioridad en VLAN's, entonces el estándar 802.1p prioriza el tráfico de red en la subcapa de vinculo de datos/MAC.

IEEE 802.1p provee el método para especificar los requerimientos de retardo y prioridades sobre una red LAN Ethernet y Token Ring. En la figura 2.30 se indica como se dan las prioridades a la trama.

Para realizar el proceso de reenvío de tramas el conmutador dispone de una o varias colas (clases de tráfico) de transmisión, la capacidad de un conmutador para soportar tráfico expeditivo reside en la capacidad de manejar estas colas en sus puertos.

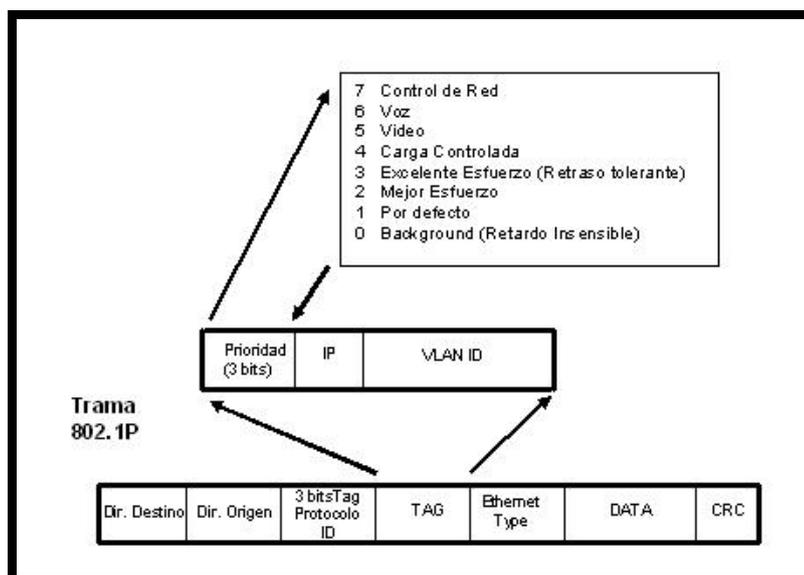


Fig. 2.30 Trama del estándar 802.1p

Mecanismos de señalización para QoS

Cuando el tráfico de red requiere de un trato especial como es el caso de la voz predominan dos mecanismos de señalización para lograr calidad de servicio en redes IP con aplicaciones de VoIP:

Servicios Integrados (IntServ, Integrated Services)

Para conocer acerca de este mecanismo es necesario que sepamos concepto como: Flujo es el tráfico continuo de datagramas que se relacionan entre si, que se producen como una acción de usuario, pueden agruparse y que requieren de la misma calidad de servicio.

Este modelo se basa en el protocolo RSVP (Resource ReServation Protocol, RFC1633) implica una reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario, así como el mantenimiento de la red (en los routers) de un estado para cada flujo esto significa el mantenimiento de la reserva.

En el modelo IntServ existe la clasificación de las aplicaciones de acuerdo a su flexibilidad ante pérdidas:

	Flexibles a pérdidas	No Flexibles a pérdidas
Elásticas	Datos UDP: DNS, SNMP, NTP, entre otros	Datos sobre TCP: FTP, Web, e-mail, entre otros
Tiempo Real	Flujos Multimedia en modo Streaming, Videoconferencia, telefonía, entre otros	Emulación de circuitos (Simulación de líneas dedicadas)

Tabla 2.4 Clasificación de aplicaciones en IntServ

Protocolo RSVP (Resource ReServation Protocol)

El IntServ esta basado en el protocolo RSVP, consiste en hacer reservas de recursos determinados en cada nodo (router) para cada flujo de datos. Tanto la solicitud de las reservas como el mantenimiento de estas durante la comunicación y la siguiente cancelación implican el intercambio de mensajes de señalización, figura 2.31 se indica como es un flujo de datos.

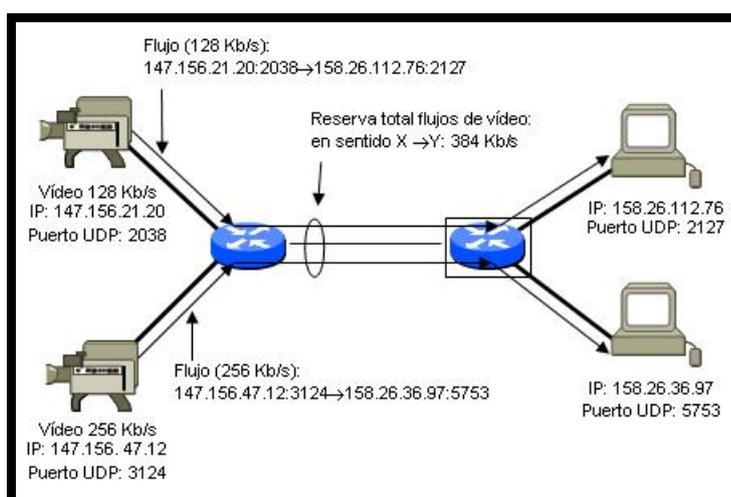


Fig. 2.31 Ejemplo de Flujo de datos

El protocolo RSVP ofrece dos tipos de servicio: Servicio de Carga Controlada y Servicio garantizado.

- **Servicio Garantizado:** Este servicio garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo, cada ruteador en el camino debe dar las garantías solicitadas aunque en algunos casos no sea posible por las características del medio físico como en Ethernet compartida.
- **Servicio de Carga Controlada:** Este servicio debe ofrecer un tiempo de respuesta aunque sin garantías estrictas, como la calidad de una red de datagramas poco cargada.

Servicios Diferenciados (DiffServ, Differentiated Services)

La interpretación del byte en ToS se ha redefinido en IPv6 y en la actualidad se utilizan los 6 bits como DSCP (DiffServ Code Point).

Este modelo se basa en marcar los paquetes IP y los routers los tratará en base a esa marca, de tal forma que se da un tratamiento diferenciado a los paquetes.

La red con nodos DiffServ no establece ni mantiene estados de las conexiones por los flujos de paquetes, esta es una solución escalable más apropiada para grandes entornos como Internet.

Se han definido tres tipos de DiffServ con garantía de QoS:

- **Servicio Expedited Forwarding (EF):** Este tipo de DiffServ minimiza el retardo y la variación del retardo y provee el más alto nivel de QoS posible.
- **Servicio Assured Forwarding (AF):** Los paquetes se marcan con alta prioridad aunque en este caso no se garantiza un ancho de banda. Se definen cuatro clases posibles pudiéndose asignar a cada clase una cantidad de recursos en los routers como ancho de banda, espacio en buffers, entre otros.
- **Servicio Mejor Esfuerzo (Best Effort):** Este servicio se caracteriza por tener a cero los tres primeros bits del DSCP. En este caso los dos bits restantes pueden utilizarse para marcar una prioridad dentro del grupo best effort. Este servicio no ofrece ningún tipo de garantía.

2.3.2.5. Seguridad para la VoIP

En un sistema de telefonía IP hay que considerar necesario brindar servicios de seguridad en la comunicación de voz dependiendo del medio y las circunstancias en donde esta se aplique. Para aquello se debe cumplir los siguientes requerimientos⁽¹⁴⁾:

- **Integridad:** Cuando el destinatario recibe paquetes del emisor sin ningún cambio en su contenido. Esta definición es estrictamente aplicado para la señalización de VoIP.

⁽¹⁴⁾ Para mayor información, consulte en "Informe Esencial Sobre Telefonía por el Protocolo Internet (IP)" del Grupo de Expertos sobre Telefonía IP del UIT-D

- **Privacidad:** Una tercera entidad no debe tener disponibilidad de leer los paquetes que se envían al receptor.
- **Autenticidad:** Que el emisor y receptor, en la señalización de VoIP o en la transmisión de mensajes, necesitan estar seguros que la comunicación con su par corresponda de quien afirma ser.
- **Disponibilidad/Protección:** El servicio de VoIP debe estar disponible para los usuarios todo el tiempo; y a la vez estar protegido para evitar ataques que impidan su normal funcionamiento.

Existen una variedad de tecnologías disponibles para garantizar la integridad, privacidad y autenticidad en la comunicación de VoIP. Sin embargo, se describirán aquellas que disponen con todos los requisitos nombrados:

IPsec

Este opera sobre IP y provee seguridad para el datagrama IP usando técnicas criptográficas de llaves públicas. IPsec usa dos protocolos: Autenticación de cabecera (AH) y encapsulación segura de carga (ESP)⁽¹¹⁾.

AH brinda autenticación e integridad; ESP proporciona privacidad adicional, a la autenticación e integridad, mediante la encriptación de los mensajes. IPsec puede operar en dos diferentes modos:

- **Transporte:** Una cabecera IPsec es insertada entre la cabecera IP y la cabecera con el protocolo de capa superior (TCP/UDP). En este modo, únicamente la carga de un paquete IP es protegido.

⁽¹¹⁾ Para mayor información, consulte en: Tecnologías de Seguridad, Authorized Self-Study Guide Cisco Voice Over IP (CVOICE)

- **Túnel:** El paquete entero IP es encapsulado en otro datagrama IP. Una cabecera IPsec es agregado entre el inicio y final de la cabecera IP. En este modo, todo el paquete IP es protegido; esto es mayormente usado cuando uno de los dispositivos el cual no origina el paquete brinda seguridad, por ejemplo una conexión de una red privada virtual (VPN).

Ambos protocolos IPsec, AH y ESP, pueden operar en cualquier modo sea de transporte o túnel. El formato de la cabecera (AH o ESP) es la misma en cualquiera de los modos.

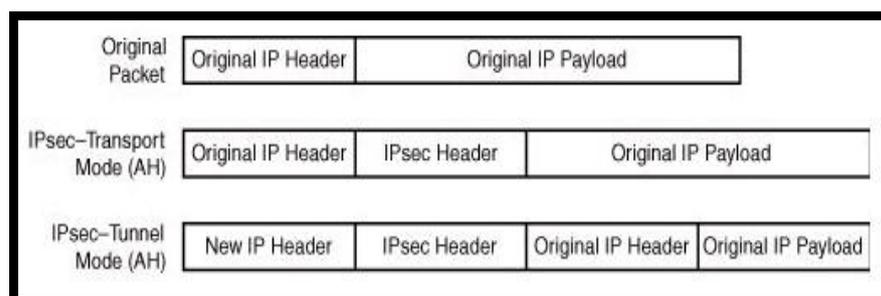


Fig. 2.32 Modos de operación en IPsec

2.3.2.6. Proceso de transformación de la voz en paquetes de datos

Para transportar la voz sobre una red IP es necesario usar algunas técnicas que permitan que esta transmisión se haga de manera optima considerando las desventajas que proporciona el encapsulamiento IP, como son la sobrecarga de la cabecera y comunicación no orientada a conexión.

A continuación se muestra una tabla sobre los protocolos de VoIP de acuerdo al modelo OSI:

OSI Layer	VoIP Component and Protocol
Application	Softphone / human speech
Presentation	CODECs
Session	H.323, SIP, MGCP
Transport	RTP and UDP (media); TCP and UDP (signal)
Network	IP
Data link	Any data link technology that supports the transport of IP packets. Examples include Frame Relay, ATM, Ethernet, Point-to-Point Protocol (PPP), Multilink PPP (MLP), and High-Level Data Link Control (HDLC).
Physical	Any physical technology that supports the transport of the data link frames or cells listed in the preceding row. Examples include Category 5 unshielded twisted-pair (UTP), T1, E1, ISDN BRI, and ISDN PRI.

Tabla 2.5 Protocolos de VoIP y el modelo OSI⁽¹¹⁾.

Aplicaciones como softphones actúan como interfaz para convertir y comprimir la voz antes de que esta pase a través de la red de datos. En caso de usar una pasarela o gateway, el teléfono convencional se vuelve la interfaz y la voz es la aplicación.

Los CODEC's definen como la voz será comprimida. Esto puede ser establecido con el tipo de CODEC o puede ser negociada, dependiendo de este, y el tamaño del muestreo, se obtendría distintos consumos de ancho de banda, tal como se muestra en la siguiente tabla:

⁽¹¹⁾ Para mayor información, consulte en "Authorized Self-Study Guide Cisco Voice Over IP (CVOICE)"

CODEC	CODEC Speed (bps)	Sample Size (Bytes)	Frame Relay (bps)	Frame Relay with cRTP (bps)	Ethernet (bps)
G.711	64,000	240,000	76,267	66,133	79,467
G.711	64,000	160,000	82,400	67,200	87,200
G.726r32	32,000	120,000	44,267	34,133	47,467
G.726r32	32,000	80,000	50,400	35,200	55,200
G.726r24	24,000	80,000	37,800	26,400	41,400
G.726r24	24,000	60,000	42,400	27,200	47,200
G.726r16	16,000	80,000	25,200	17,600	27,600
G.726r16	16,000	40,000	34,400	19,200	39,200
G.728	16,000	80,000	25,200	17,600	27,600
G.728	16,000	40,000	34,400	19,200	39,200
G.729	8,000	40,000	17,200	9600,000	19,600
G.729	8,000	20,000	26,400	11,200	31,200
G.723r63	6,300	48,000	12,338	7350,000	13,913
G.723r63	6,300	24,000	18,375	8400,000	21,525
G.723r53	5,300	40,000	11,395	6360,000	12,985
G.723r53	5,300	20,000	17,490	7420,000	20,670

Tabla 2.6 Ancho de banda total requerido por CODEC usado por CISCO

Donde el ancho de banda es calculada a través de la siguiente formula⁽¹¹⁾:

$$BW_Total = ([Sobrecarga\ de\ capa\ 2 + Sobrecarga\ (IP/UDP/RTP) + Tama\~no\ de\ la\ muestra] / Tama\~no\ de\ la\ muestra) * Velocidad\ del\ CODEC$$

El tama~no de muestreo es un salida digital definida en el procesador de se~al digital (DSP) y encapsulada dentro de un protocolo de unidad de datos (PDU), de esta manera se logra encapsular el tiempo de audio en cada PDU. A medida que se use m~as muestras por PDU el ancho de banda se reduce, pero esto puede ocasionar retardos variables y vac~os en la comunicaci3n. A continuaci3n se muestra una tabla con los paquetes requeridos para transmitir un segundo de audio con distintos tama~nos de muestreo:

⁽¹¹⁾ Para mayor informaci3n, consulte en "Authorized Self-Study Guide Cisco Voice Over IP (CVOICE)"

CODEC	Bandwidth (bps)	Sample Size (Bytes)	Packets
G.711	64,000	240	33
G.711	64,000	160	50
G.726r32	32,000	120	33
G.726r32	32,000	80	50
G.726r24	24,000	80	25
G.726r24	24,000	60	33
G.726r16	16,000	80	25
G.726r16	16,000	40	50
G.728	16,000	80	13
G.728	16,000	40	25
G.729	8,000	40	25
G.729	8,000	20	50
G.723r63	6,300	48	16
G.723r63	6,300	24	33
G.723r53	5,300	40	17
G.723r53	5,300	20	33

Tabla 2.7 Paquetes transmitidos por CODEC usado por CISCO

La cantidad de paquetes por segundo es calculada a través de la siguiente formula:

$$\text{Paquetes/Segundo} = \text{Tamaño de la muestra} / (8 * \text{Velocidad del CODEC})$$

La calidad de la voz transmitida por un sistema de telecomunicaciones es medida realizando una encuesta subjetiva. También existe un método objetivo. Al comprimir y descomprimir la señal de voz, se obtiene en el extremo receptor una aproximación de la señal original. El MOS (*Mean Opinion Score*) es la medida más común, la escala comienza con el nivel 0, que indica una mala calidad y termina en el nivel 5, que determina muy buena calidad

Nivel	Calidad	Nivel de Distorsión
5	Excelente	Imperceptible
4	Bueno	Casi Imperceptible
3	Regular	Ligeramente Perceptible
2	Bajo	Molesto pero no inaceptable
1	Insatisfactorio	Muy molesto, reprochable

Tabla 2.8 Tabla de MOS

Una de las constantes en la implementación de VoIP es que la voz usa RTP dentro del segmento UDP como carga a través de la red. Dado que los paquetes IP de voz pueden alcanzar al destino pero fuera de orden y de-sincronizado, los paquetes tienen que ser reordenados y sincronizados antes de ser escuchado por el usuario final. Como UDP no proporciona servicios de número de secuencia de paquetes ni tiempo de transmisión, RTP provee dicha funcionalidad.

2.3.3. Voz sobre Ethernet (VoE)

La voz sobre Ethernet es la tecnología que provee una transparente interconexión de una central PBX, con una red de conmutación basados en sistemas LAN, MAN, redes ópticas, o inalámbricas. Esta solución brinda una alta calidad de voz, con un método efectivo de costo en la transportación de tráfico de voz desde centrales telefónicas privadas o públicas sobre redes de datos, por lo tanto, se minimizan los costos asociados con la duplicación de redes para voz y datos⁽¹⁵⁾.

La VoE también considerada como voz TDM sobre Ethernet. Esta tecnología no esta estandarizada, pero hay distintos fabricantes de equipos en telefonía que

⁽¹⁵⁾ Para mayor información, consulte en: Artículo "Voice-Over-Ethernet" de la página <http://www.mrv.com>

implementan sistemas que montan la voz para ser transmitida a través de Ethernet, FastEthernet y, GigaEthernet.

A continuación se muestra el diagrama de bloque de una solución de VoE usando chips con y sin codecs de compresión de voz.

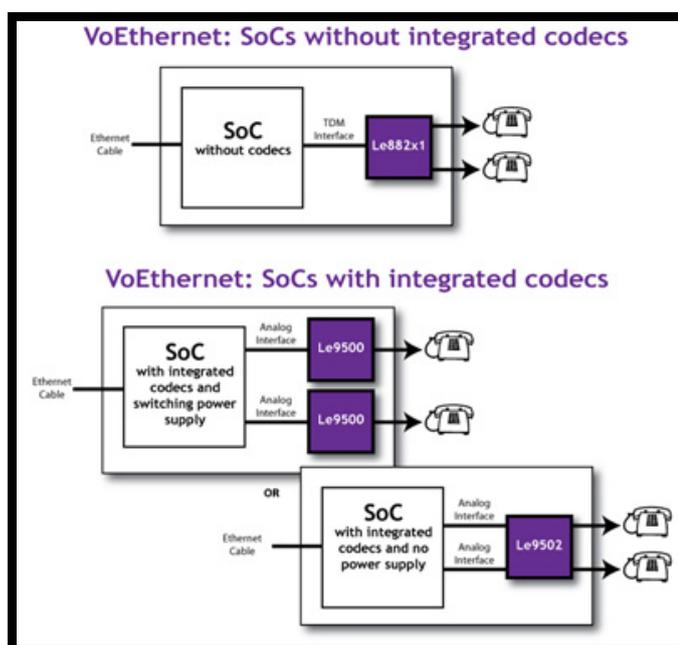


Fig. 2.33 Diagrama de bloque de VoE perteneciente al fabricante “LEGERITY”⁽¹⁶⁾.

2.3.4. Tipos de llamadas soportadas

En la telefonía IP se presentan tres tipos de llamadas, desde el punto de vista de las terminales físicas de receptor y emisor que participan en la comunicación. Estos tipos de llamados surgen por la variedad de terminales que se presentan, ya que un PC también puede simular un teléfono mediante Softphone, además se suman los teléfonos PSTN y los teléfonos IP.

⁽¹⁶⁾ Imagen obtenida en <http://www.legerity.com>

Llamadas Telefónicas entre Softphone

Para poder desarrollar una comunicación telefónica entre dos softphone, solo basta con que dos o más computadores tengan instalado y configurado una aplicación que se encargue de procesar y gestionar las llamadas telefónicas. Para esto solo se necesita el software correspondiente, tener contratado un servicio de internet o estar en una red privada.

Llamadas Telefónicas entre Softphone y Teléfonos PSTN

En este tipo de llamadas el PC debe tener instalado un sistema para gestionar las llamadas telefónicas, conexión a red IP y a un dispositivo de Gateway (de medios) dentro de la red interna o manejado por el ISP en Internet. Además de ambos extremos deben comunicarse a un gatekeeper, quien les proporcionara la ubicación del Gateway adecuado para establecer la comunicación y gestiona los servicios a utilizar.

Llamadas Telefónicas entre Softphone Teléfono IP

Para este caso el Teléfono IP actúa casi como un teléfono PSTN ya que puede ser accedido ya sea por un número de teléfono o por una dirección IP. Para este propósito solo es indispensable el Gatekeeper, ya que el Gateway no se necesita para la conversión de medios, debido a que todo el tráfico es IP.

Llamadas Telefónicas entre Teléfonos PSTN

Las llamadas se hacen desde y hacia teléfonos PSTN de forma normal, la diferencia radica en que después de comunicarse con el Gateway del emisor de la llamada, el tráfico es completamente IP hasta el Gateway del extremo opuesto, para luego convertir el medio de la señal a la telefonía PSTN. El flujo de respuesta del receptor se hace de la misma manera.

Llamadas Telefónicas entre Teléfonos IP

En este caso todo el tráfico es IP desde extremo a extremo y se realiza de la misma manera que una llamada Softphone a Softphone, lo único que cambia son las terminales telefónicas mediante hardware.

Llamadas Telefónicas entre Teléfonos IP y Teléfonos PSTN

Al igual que el caso anterior, se diferencia de la llamada de PC a teléfono PSTN por contar con un teléfono IP mediante Hardware en el extremo de la red que trabaja con de paquetes de datos.

2.3.5. Sistema IP-PBX

2.3.5.1. Modelo de capas para cliente/servidor IP-PBX

Un sistema IP-PBX basado en un total diseño de cliente/servidor usa y depende de una infraestructura de red conmutada LAN/WAN para el control de llamadas y señalización de comunicaciones. Aunque en los sistemas convergentes IP-PBX el diseño cliente/servidor no es estándar o uniforme para la mayoría de fabricantes, estos compiten en algunos modelos y en otros casos comparten elementos de diseño comunes.

El diseño de comunicaciones de datos Cliente/Servidor especifica una topología en el proceso de datos, en la cual una computadora personal (cliente) depende de un computador central (servidor) para la ejecución de aplicaciones y funciones para la administración de base de datos.

El modelo de capas cliente/servidor IP-PBX permite conocer cuales son los componentes de una solución de Telefonía IP, y lograr fácilmente la resolución

de problemas. En la figura 2.34 se muestra un resumen de la estructura de este modelo⁽⁷⁾:

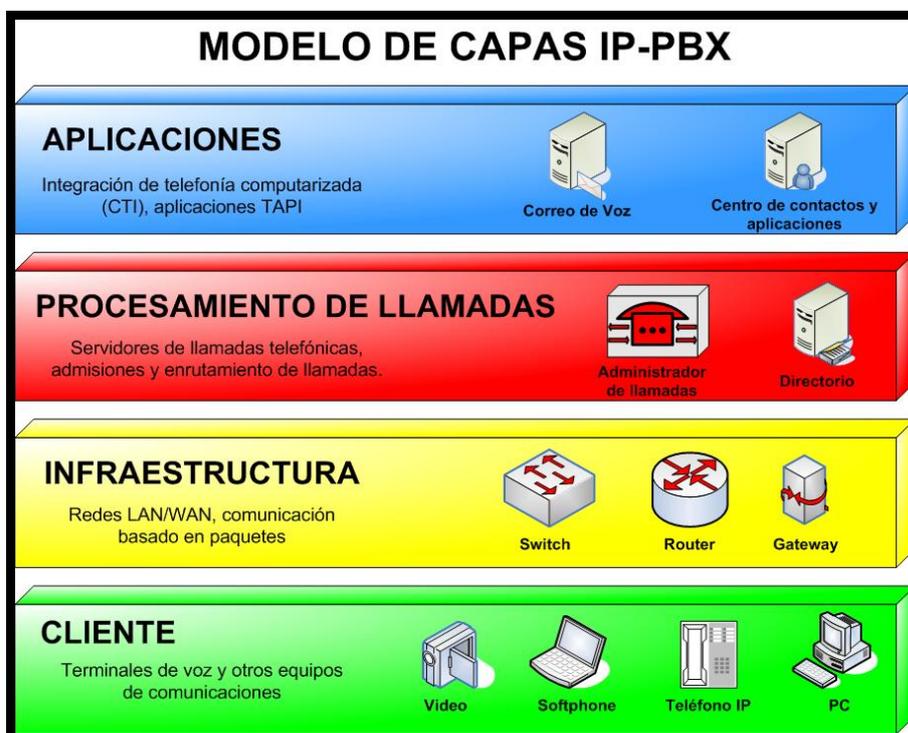


Fig. 2.34 Modelo de capas IP-PBX

2.3.5.1.1. Capa de Cliente

La capa cliente es la encargada de llevar las aplicaciones al usuario final, ofreciendo una variedad de vías de comunicación usando voz, video, o ambas. Los terminales de voz pueden clasificarse dentro de las siguientes categorías:

- Teléfonos Analógicos
- Teléfonos IP.
- Teléfonos virtuales (Softphones) basados en PC.

⁽⁷⁾ Para mayor información, consulte en: Diseño de un sistema IP-PBX cliente/servidor, de "PBX Systems for IP Telephony", de Allan Sulkin

- Teléfonos inalámbricos.

Los teléfonos analógicos, de marcación por tonos (DTMF), de especificaciones estándares, son no propietarios y pueden ser soportados por todos los sistemas PBX. Sin embargo, la tarjeta con el circuito del puerto analógico es propietario por cada sistema IP-PBX. Las funciones de este teléfono corresponde a lo operación de un teléfono básico.

Los teléfonos IP están incluidos en la categoría de teléfonos digitales porque las señales de voz son digitalizadas con el estándar de 8 bit de codificación y 8 KHz de muestreo antes que el codec, de audio de VoIP, convierta la muestra digital al formato IP. Los teléfonos IP pueden estar conformados por protocolos de VoIP y formatos de señalización estándar, como H.323 o SIP, pero cada sistema IP-PBX usa su propia señalización, y protocolos, para establecer el control, y comunicación, de características únicas con sus teléfonos.



Fig. 2.35 Teléfono IP CISCO 7960

El diseño básico de un teléfono IP está compuesto de los siguientes elementos:

- Interfaz de usuario.
- Interfaz de voz.
- Interfaz de red (Ethernet).
- Procesador.

A continuación se muestra un diagrama de bloques con el diseño de un teléfono IP:

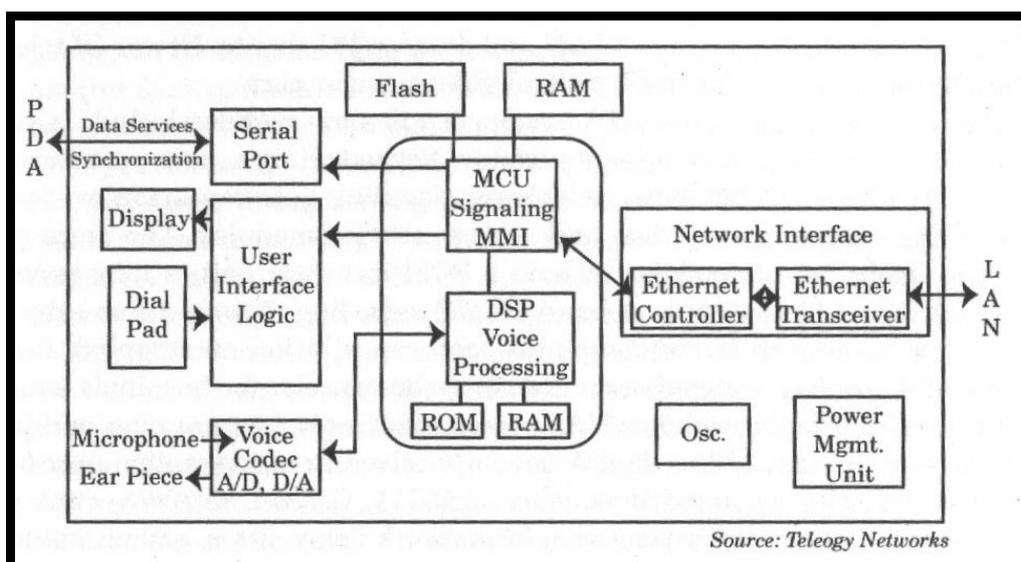


Fig. 2.36 Diseño interno de un teléfono IP⁽⁷⁾.

Un softphone es un teléfono virtual creado como un programa de computadora. Estos son instalados en una computadora personal (PC) para emular un teléfono real, basado en plataformas CTI para permitir el control y

⁽⁷⁾ Para mayor información, consulte en: Terminales de voz PBX, de "PBX Systems for IP Telephony", de Allan Sulkin

operación desde el servidor IP-PBX. Los softphones soportan la transmisión de voz y video, requiriendo tarjeta de audio, micrófono y parlantes.

Los teléfonos inalámbricos trabajando bajo un sistema IP-PBX son usados como una transmisión de radio digital entre el teléfono móvil y la estación base, pero la transmisión de voz analógica es soportada entre la estación base y la IP-PBX. Existen también otros teléfonos inalámbricos que pueden soportar tecnologías como WiFi o Wimax para la comunicación dentro de redes locales.

2.3.5.1.2. Capa de Infraestructura

Un sistema IP-PBX depende de una infraestructura de red conmutada LAN/WAN para el control de las llamadas y la señalización de la comunicación. La principal diferencia entre una tradicional PBX y un modelo cliente/servidor IP-PBX, es que en este último, dentro de la infraestructura de red se realiza la conmutación principal, y no en la red interna de buses TDM.

Los principales elementos que conforman esta capa son los siguientes:

- Routers
- Conmutadores
- Access Points
- Firewalls
- Gateways (Chasis)
- Medios de transmisión

Los equipos como los routers, conmutadores, access points y firewalls, son diseñados de manera estándar; por lo tanto, estos pueden ser intercambiables por productos de diferentes fabricantes dentro de la capa de infraestructura, excepto a los modelos de IP-PBX que requieren soluciones propietarias para integrar todo el diseño de telefonía. En estos equipos se establecen los parámetros que influyen en la calidad y seguridad de VoIP .

Los gateways son equipos que hacen la conversión de transmisiones de voz analógicas a paquetes IP y viceversa, sólo dentro de estos equipos puede existir la conmutación TDM en red de buses.

Los medios de transmisión son requeridos para la comunicación entre todos los dispositivos de las distintas capas. Estos se encuentran definidos dentro de la capa física del modelo OSI. Existen tres tipos básicos de medios de red: cables de cobre, fibra óptica, y transmisión inalámbrica.

2.3.5.1.3. Capa de Procesamiento de Llamadas

Lo complejo en establecer la comunicación entre un cliente y el servidor IP-PBX lo realiza el servidor de procesamiento de llamadas telefónicas, el cual transmite, y recibe, señales de control, y estado, hacia y desde los dispositivos de la capa cliente.

El servidor de procesamiento de llamadas soporta típicamente las siguientes funciones y operaciones:

- **Procesamiento de llamadas:** Se refiere al proceso completo de enrutamiento para el inicio y terminación de llamadas, incluyendo registros estadísticos y detallados de los procesos.
- **Señalización y mecanismo de control:** Estructura todas las conexiones de señalización entre las llamadas de los puntos finales y equipos directos como lo son los teléfonos IP, o gateways, para establecer y terminar dichas conexiones.
- **Administración del plan de marcado:** El plan de marcado es una lista configurable que se usa para determinar el enrutamiento de la llamada.
- **Administración de característica en los teléfonos:** Brinda servicios como son llamadas en espera, transferencia, reenvío, conferencia, marcado rápido, remarcado, parqueo de llamada, y otras características para teléfonos IP y gateways.
- **Servicio de directorio:** Los directorios almacenan información de autenticación y autorización sobre los usuarios.

El servidor para el procesamiento de llamadas puede ser de dos tipos: Propietaria, en la arquitectura es cerrada y puede integrar soluciones interfaces de gateway para líneas troncales, y la no propietaria, la cual la solución del servidor puede pertenecer a distintos fabricantes sujeto a especificaciones técnicas como procesador, sistema operativo, etc.

2.3.5.1.4. Capa de Aplicación

En esta capa se integra el correo de voz, E-mail, mensajes de video, mensajes instantáneos, para lograr obtener el concepto de mensajería

unificada el cual puede ser accedida desde un portal o un programa cliente de correo.

La integración de telefonía computarizada (CTI) tiene como objetivo incrementar la productividad y minimizar los costos, unificando la comunicación de las aplicaciones, de esta manera permite que componentes del sistema telefónico, como por ejemplo, un centro de llamadas o grupos de teléfonos, y el servidor de respuesta de voz interactiva (IVR), trabajen conjuntamente; para esto se usa como herramienta la interfaz de programación para aplicaciones telefónicas (TAPI).

En esta capa se permite desarrollar aplicaciones que se ajusten a las necesidades de la entidad en donde se instale una solución de telefonía IP.

2.3.6. Ventajas frente a la telefonía pública y privada

La implementación de telefonía IP por parte de las instituciones, debe proporcionar ventajas respecto a la telefonía pública y privada. Para justificar su implementación, a continuación se presentan las ventajas que implica su uso.

- Integración en las redes LAN o WAN, a la red de voz, como un servicio más proporcionado a sus usuarios.
- Las redes de datos están implementadas en cualquier empresa o institución.
- Las redes IP están convertidas en un estándar en la comunicación interna y global, en todos los ámbitos corporativos.
- Proporciona variedad de estándares de comunicación y comprensión de la información.

- Sólo con tener acceso al servicio de Internet, se puede establecer comunicación basada en el formato de VoIP.
- Su uso es independiente de la tecnología usada en la capa de enlace del modelo OSI.
- Menores costos que tecnologías alternativas (voz sobre ATM, TDM, Frame Relay).

Con los datos anteriores se puede apreciar, que la telefonía IP presenta ventajas tanto de tecnología como de su fácil implementación, uso y al implicancia de bajos costos para las entidades que la incorporen a sus redes.

CAPÍTULO 3

SOLUCIONES DE TELEFONIA IP

3.1. Diseño preliminar de la solución de Telefonía IP deseada

ICESA-ORVE requiere de un sistema de conmutación que sea escalable y de fácil administración ya que más adelante se implementará en el resto de sucursales tanto de la provincia de Guayas como en el resto del país, que abarque los últimos avances en manejo de la tecnología de VoIP, telefonía IP, y brinde soporte para aplicaciones adicionales como es:

- Requerimientos de procesamiento de llamadas
- Mensajería Unificada
- IVR (Sistema de respuesta de voz)

Las especificaciones técnicas de la central telefónica para ICESA-ORVE son las siguientes:

- Infraestructura de red inteligente con capacidades de Voz/Datos: Integración de voz, datos y aplicaciones de video convergente en el Internet Protocol IP.
- Mensajería de Voz: Debe ser Escalable, efectiva en costo como solución, con soporte de estándares de la industria.

- Administración del Sistema: La máxima flexibilidad para una rápida intervención y eficiencia, posibilidad de cambios de configuración eficiente a través de una interfaz basada en un navegador Web como interfaz.
- Soporte del Oferente /Capacidades del Servicio: Posibilidad del sistema para recibir soporte en forma remota, Soporte técnico remoto, Soporte Técnico del sistema completo con sus aplicaciones.
- Escalabilidad: Debe ser Modular, Efectivo en costo con respecto al crecimiento de nuevos teléfonos IP y sus aplicaciones. La protección de la inversión es crítica.
- Tecnología de Punta: La habilidad de incorporar futuros requerimientos y avances tecnológicos.

Requisitos técnicos mínimos

- El sistema telefónico deberá ser una plataforma totalmente IP, que pueda soportar el manejo de extensiones analógicas, teléfonos IP y consolas de operadora. Será redundante en fuente y el mismo sistema debe posibilitar redundancia en sistema operativo y en almacenamiento.
- Permitirá el crecimiento modular y ordenado. El sistema deberá soportar inicialmente un número de 120 puertos con capacidad de crecimiento de hasta 1000 puertos sobre una misma plataforma de hardware, es decir, que el sistema de procesamiento deberá ser capaz de funcionar en la configuración inicial de hardware ofertada en esta propuesta, hasta su máxima capacidad.
- Deberá permitir actualizaciones tecnológicas para prestar nuevos servicios, sin necesidad de añadir hardware, sino solamente con la actualización o instalación de software.
- Confiabilidad del equipo: 99,99% medido en un año.

- Debe disponer de puerto Ethernet 10/100 que permita enlazarse a la red LAN con TCP/IP y administrarlo desde entorno HTML.
- Correo de voz mínimo para 8 contestaciones simultáneas y 200 horas de grabación de mensajes de voz. El correo de voz deberá estar incluido en la solución, deberá provenir del mismo fabricante del sistema telefónico e integrado al sistema principal de procesamiento.
- El sistema telefónico permitirá trabajar con QoS, VLANS y con direcciones IP estáticas o dinámicas.
- Tendrá un sistema de identificación de llamadas, tanto internas como externas.
- Debe disponer de mensajería unificada y CTI para todas las extensiones.
- Debe poseer música en espera.
- Conferencias internas y externas (indicar el número máximo de participantes).
- Desvío, captura y transferencia de llamadas.
- Restricción de acceso local, regional, nacional, internacional y móvil.
- Contestador automática de llamadas. Deberá permitir el manejo de menús de opciones.
- Se debe incluir todo el equipo y sistemas necesarios tanto en hardware como en software para el correcto funcionamiento del sistema. El sistema ofertado deberá incluir todo el licenciamiento necesario para proveer características y funciones de telefonía.

Capacidad

Troncales:

- El sistema telefónico debe aceptar troncales analógicas y enlaces digitales E1 ISDN PRI que serán suministrados por la PSTN local.
- La capacidad inicial requerida es de 32 troncales individuales (no mediante E1).

Extensiones:

- Deberá soportar extensiones analógicas, a dos hilos, para conectar aparatos telefónicos analógicos y faxes.
- Deberá soportar extensiones IP.
- Deberá conectarse a través de interfaces LAN (Ethernet) y manejar la suite de protocolos TCP/IP, a redes de área local de 10/100 Mbps. El puerto Ethernet 10/100 deberá ser redundante.

Número de terminales telefónicos

CANT.	DESCRIPCION
4	Terminales analógicas
20	Terminales telefónicas IP tipo Administrativo
80	Terminales telefónicas IP tipo Básico
1	Consola para operadora
1	Licencias de software para utilizar la computadora como un teléfono con sus respectivos headphones (manos libres) y micrófono.
32	Troncales: 32 líneas troncales.

Tabla 3.1. Número de terminales telefónicos

Consola para operadora

- Totalmente amigable, manos libres, permitirá la visualización del número que llama y la transferencia ágil del mismo. Deberá proporcionar indicación

visual de todas las llamadas que se están procesando o esperando su procesamiento en la consola.

Administración, configuración y monitoreo

El ambiente de administración debe ser basado en navegador o un software propietario que ingrese al sistema vía LAN o WAN, además podrá ser administrado vía puerto serial o vía remota con un módem.

Estándares

El sistema de telefonía de red deberá cumplir y soportar al menos con los siguientes estándares:

- IEEE 802.1
- IEEE 802.1 P/Q
- ADPCM 32 Kbps
- H323
- G.729 a/b

Especificaciones Eléctricas

El sistema deberá operar con la siguiente fuente de alimentación:

- 110 VAC + 10%
- 60Hz

Condiciones Ambientales De Operación

El sistema deberá poder operar sin problemas dentro de las siguientes condiciones ambientales.

3.2. Análisis de soluciones de telefonía IP actuales

3.2.1. Soluciones basadas en Software

3.2.1.1. Asterisk

Características

Asterisk es una aplicación de software libre de una central (PBX), basado en licencias públicas generales (GNU), y está disponible para descargas gratuitas en Internet. Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso proporcionar VoIP. También incluye características disponibles en sistemas propietarios PBX como buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas, y entre otras.

Esta solución puede operar en una variedad de sistemas operativos siendo el principal Linux, permitiendo con este último la apertura en la elección del servidor que más se adecue a las necesidades del sistema de Telefonía IP. Además, para interconectarse a las redes de telefonía tradicionales o públicos son necesarias tarjetas electrónicas con puertos FXO, FXS, T1, E1..etc.; las cuales son distribuidas por distintos fabricantes⁽¹⁷⁾.

Ventajas

Asterisk tiene como principal ventaja el incluir servicios que comúnmente están disponibles en soluciones de Telefonía IP propietarias, que por lo regular resultan ser licenciadas y muy costosas, como por ejemplo: buzón de voz, IVR, protocolos de VoIP como SIP.

⁽¹⁷⁾ Para mayor información, consulte en: ABOUT ASTERISK, <http://www.asterisk.org/support/about>

3.2.2. Soluciones basadas en Hardware

3.2.2.1. CISCO

Características

CISCO Call Manager (CCM) es el procesador de llamadas basado en software, esta plataforma, funciona bajo el sistema operativo Windows 2000 Server. Este posee una capacidad de procesamiento desde los 200 hasta 7500 teléfonos IP, creciendo aún más en entornos de redundancias. Esta solución se monta sobre un servidor llamado "Media Convergente Server" el cual es un hardware (CPU) desarrollado por otros fabricantes como son IBM y HP⁽¹⁸⁾.

El Gateway de voz CISCO 3800, con 10 tarjetas de 4 puertos FXO, es el que permite la interconexión con la red de telefonía pública, con un sistema operativo (IOS) con propiedad en el manejo de voz, y los módulos DSP respectivos, este equipo también cuenta con un módulo de hardware en el cual permite el desarrollo del sistema de correo de voz y mensajería unificada.

Ventajas

- Una arquitectura abierta y basada en estándares impulsada por Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video, and Integrated Data), con la flexibilidad de una exhaustiva cartera de soluciones que interactúa con las tecnologías existentes.
- Una base sólida para aplicaciones innovadoras y basadas en la convergencia, disponibles tanto en la actualidad como en el futuro, que hace uso de la voz, el vídeo y los datos de formas nuevas y atractivas que aumentan la productividad y la fidelidad del cliente.

⁽¹⁸⁾ Para mayor información, consulte en: Cisco Unified CallManager Version 4.2 y Cisco 3800 Series Integrated Services Routers, <http://www.cisco.com>.

- Una solución de seguridad exhaustiva que incluye: seguridad en el procesamiento de las llamadas, seguridad física, seguridad en el acceso a la red y recomendaciones para el diseño de una red segura.
- Productos de gestión de redes que permiten administrar la red, manejarla, solucionar sus problemas, configurarla, supervisar sus fallos y gestionar sus elementos.

3.2.2.2. NORTEL

Características

El equipo CS 1000 es la solución de telefonía IP de Nortel, basada en una arquitectura de chasis, con capacidad de 5 bahías, en la que se agregan tarjetas de distintas funciones como son de procesamiento de llamadas, señalización, y control de medios, estas funciones representan una tarjeta cada una, por lo tanto, el chasis básico estaría disponible para 2 bahías para otras funciones opcionales. Esta solución corre bajo el sistema operativo VxWorks, y tiene una capacidad de manejo de hasta 22,000 teléfonos IP.

Para la comunicación con la red TDM se debe realizar una expansión con otro chasis CS1000 con 5 tarjetas, con capacidad de 8 puertos en cada una, para comunicación analógica con la red de telefonía pública.

Es necesario añadir un servidor de tipo armario para el sistema de mensajería de voz, y para las operadoras automáticas, llamado CallPilot. También hay que considerar un servidor a parte para instalar el software de reportes de llamadas⁽²⁰⁾.

⁽²⁰⁾ Para mayor información, consulte en: Communication Server 1000E Overview, <http://www.nortel.com>

Ventajas

- Capacidad en el tratamiento del tráfico de voz ya sea por redes por redes conmutadas o por una red IP con administración de calidad de servicio de acuerdo a los requerimientos.
- En términos de tamaño físico, esta solución es pequeña comparada con otros sistemas de telefonía, lo que lo hace fácil de instalar en armarios.
- Esta arquitectura ofrece redundancia en cuanto procesamiento.

3.2.2.3. AVAYA

Características

El Avaya S8500 es un servidor simple que ejecuta el sistema operativo Linux e incluye el software de procesamiento y control de llamadas Avaya Communication Manager. Esta plataforma trabaja sobre un equipo servidor de IBM el cual es una solución para empleados de mediana envergadura, con crecimiento de hasta 3200 puertos.

El G450 es un chasis con 8 bahías para adaptar tarjetas analógicas o digitales, en este caso contaría con 4 tarjetas con 8 puertos FXO y una tarjeta FXS para la interconexión TDM; este equipo en combinación del software de telefonía IP Avaya Communication Manager en uno o más servidores Avaya S8XXX puede aumentar su capacidad, por ejemplo con el Avaya S8300 server puede lograr 450 usuarios y 2.400 usuarios usando el Avaya S8500 Server.

Para el sistema de mensajería y correo de voz se puede adaptar un módulo servidor, con sistema operativo Linux, en el chasis G450 para cumplir estas funciones⁽²¹⁾.

Ventajas

- Procesamiento de llamadas y medios redundante y recuperable.
- Computación normalizada, que soporta los sistemas operativos Linux, Microsoft Windows y DEFINITY® Avaya.
- Conexión en red IP recuperable y distribuida, que soporta entornos de campus, múltiples sitios globales y sucursales.
- Soluciones con componentes apilables, modulares y configurables
- Compatibles con los gabinetes de los sistemas Avaya tradicionales

3.2.2.4. 3COM: NBX

La solución NBX está conformada por una central procesadora, modelo V5000, el cual opera sobre el sistema operativo VxWorks, tiene una capacidad para manejar hasta 1500 teléfonos IP, e integra el sistema de mensajería y correo de voz sobre el mismo equipo.

El equipo NBX 100 es el Gateway que realiza la comunicación con el mundo TDM brindando la facilidad de adaptar hasta 5 distintas tarjetas ya sea para puertos analógicos o digitales. Para esta solución se instalaría dos NBX 100 cada uno con 5 tarjetas para puertos FXO⁽²²⁾.

⁽²¹⁾ Para mayor información, consulte en: Descripción del hardware y referencia para Avaya Communication Manager, <http://www.avaya.com/support>.

⁽²²⁾ Para mayor información, consulte en: 3Com NBX V5000 IP Telephony Solution, <http://www.3com.com>

Ventajas

- Simplifica la operación diaria mediante la administración y la programación de usuarios vía web.
- Potentes características de procesamiento de llamadas integradas: buzón de voz, auto-operadoras, grupos de salto/ de llamada, generación de informes de llamadas, CTI, integración buzón de voz - e-mail (IMAP4).
- Incluye puertos redundantes Ethernet 10/100 Mbps para alta disponibilidad; ofrece fuentes de alimentación redundantes y "disk mirroring".

3.3. Elección de la solución más conveniente

A continuación se detalla una tabla en donde se comparan las distintas características de las soluciones estudiadas:

Requerimientos Técnicos					
Fabricante	ASTERISK	CISCO	NORTEL	AVAYA	3COM
Solución		Call Manager	CS1000	S8500	NBX V5000
Hardware					
Plataforma basada en PC	Si	Si	No	Si	No
Precio para un sistema típico	\$ 20.000,00	\$ 50.000,00	\$ 48.000,00	\$ 41.000,00	\$ 35.000,00
Sistema Operativo	Linux	Windows 2000 Server	VxWorks	Linux	VxWorks
Tipo y velocidad del CPU	Intel Pentium IV 2 GHz	Intel Pentium IV 3.4 GHz	Intel Pentium Mobile 1.4 GHz	Intel Pentium IV 3 GHz	Intel Pentium
Memoria RAM	1 GB	2 GB	2 GB	512 MB	512 MB
Máximo número de puertos digitales (E1, T1, PRI)	Depende del PC	6 E1/T1/PRI	5 E1/T1/PRI	8 E1/T1/PRI	5 E1/T1/PRI
Máximo número de puertos analógicos	Depende del PC	48	40	64	20
Puertos 10/100 incluidos	Depende del PC	Si	Si	Si	Si
Música en espera	Si	Si	Si	Si	Si
Tiene sistema de Paging	Si	Si	Si	No	Si
Teléfonos					
Tipos de teléfonos soportados: Análogos/Ethernet	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/Si
Capa en que trabajan los Teléfonos Ethernet: Capa 2 / Capa 3	No/Si	No/Si	No/Si	No/Si	Si/Si
Posee teléfonos IP propietarios	No	Si	Si	Si	Si
Capacidad máxima de teléfonos IP por Servidor	N/A	1000	22500	3200	1500
Tolerancia de Fallas y Confiabilidad					
Fuente de poder redundante (interno)	Depende del PC	No	No	No	Si
Tolerancia de Falla en el disco duro	Depende del PC	Si	No	No	Si
Redundancia mediante otro equipo similar	No	Si	Si	Si	No

Tabla 3.2 Comparación de soluciones

Requerimientos Técnicos					
Fabricante	ASTERISK	CISCO	NORTEL	AVAYA	3COM
Solución		Call Manager	CS1000	S8500	NBX V5000
Voz sobre IP					
Que protocolos estándares VoIP maneja	H323/SIP/MGCP	H323/SIP/MGCP	H323/SIP	H323/SIP/MGCP	H323/SIP
Enrutamiento automático de llamada por la PSTN o WAN	Si	Si	Si	Si	Si
La solución soporta 802.1p/802.1q	No	Si	Si	Si	Si
Administración/Reportes					
La administración es Vía Navegador (http) o CLI	Si	Si	Si	Si	Si
SNMP	Si	Si	No	No	Si
Reporte detallado de llamadas incluido en la solución	Si	Si	No	Si	Si
Trabaja con base de datos interna	Si	Si	No	Si	Si
Actualización de S.O.					
Permite realizar actualización sobre una misma versión de S.O. de manera gratuita	Si	No	Si	Si	Si
IVR/MENU					
Debe montarse en otro equipo	No	Si	Si	Si	No
Se puede crear Menús personalizados	Si	Si	Si	Si	Si
Número máximos de menús o puertos	N/A	30	240	12	99
Correo de Voz					
Está incluido en la solución básica	Si	No	No	No	Si
Requiere equipo externo	No	Si	Si	Si	No
Posee mensajería unificada sin el equipo externo	Si	No	No	No	Si

Tabla 3.2 Comparación de soluciones (continuación)

En conclusión la solución más conveniente y que aporta más beneficios a ICESA-ORVE es la central telefónica **NBX V5000 de 3Com**, dado que es la que mejor cumple con las necesidades deseadas descritas a continuación:

- El sistema telefónico es una plataforma IP, que pueda soportar el manejo de extensiones analógicas, teléfonos IP y consolas de operadora. Será redundante en fuente de energía y el mismo sistema debe posibilitar redundancia en sistema operativo y en almacenamiento. **Todas las soluciones cumplían este punto a excepción de Asterisk la cual no brinda una cifra exacta de capacidad.**
- No es un sistema basado en PC, o adaptado a un servidor, es una solución con un diseño de circuitos electrónicos propio para garantizar la mayor disponibilidad de operación (99.999%).
- Permitirá el crecimiento modular y ordenado (*Escalabilidad*). Soportando inicialmente un número de 250 puertos (teléfonos IP, puertos analógicos, digitales) con capacidad de crecimiento de hasta 1500 puertos IP sobre una misma plataforma de hardware, es decir, que el sistema de procesamiento es capaz de funcionar en la configuración inicial del hardware ofertado, hasta su máxima capacidad.
- Correo de voz mínimo para 8 contestaciones simultáneas y 400 horas de grabación de mensajes de voz. El correo de voz está incluido en la solución, el cual proviene del mismo fabricante del sistema telefónico e integrado al sistema principal de procesamiento. **Es decir que no necesita un sistema de correo de voz externos a diferencia de CISCO, Avaya, y Nortel que requieren servidores adicionales.** El correo de voz tiene la capacidad de manejar buzones de voz para cada uno de los usuarios

configurados en el sistema telefónico y crear buzones virtuales para usuarios externos al sistema y operadora automática de llamadas.

- La central NBX cuenta con mensajería unificada para todos los usuarios así que no importa cuanto crezca la central, todos tendrán mensajería unificada sin costo adicional. **Las soluciones CISCO, Avaya y Nortel proporcionan este servicio con servidores adicionales de acuerdo a su capacidad, y con costos de licencias adicionales.**
- El precio más conveniente considerando las características y beneficios que ofrece.
- Posee un sistema operativo (VxWorks) con muy baja probabilidad a ser atacado por virus o gusanos informáticos, **a diferencia de CISCO cuyo sistema operativo es Windows de la compañía Microsoft.**
- Facilidad de soporte, y garantía, en sitio brindado por empresas de trayectoria en el sector tecnológico y telecomunicaciones como por ejemplo UNIPLEX, XPC y el propio 3Com.
- Es un sistema maduro y con mucha trayectoria como una solución de telefonía IP, **comparada con la solución de software Asterisk. la cual esta última no integra un sistema de garantía por fallas físicas del equipo con la solución.**
- Incluye el uso de aplicaciones como CTI, Reportes, y soporte de lenguajes de manera gratuita. Adicional se proporciona un software de monitoreo, a través de SNMP, de los equipos (teléfonos, switches, gateways, y central NBX) sin costo adicional. **Las demás soluciones, CISCO y Nortel, incurrían es costos adicionales de servicios de configuración y equipos.**

- Y por último esta central IP posee un mayor nivel de convergencia para redes de voz y datos con la infraestructura tecnológica que cuenta la empresa, puesto que todos los conmutadores (equipos que interconectan los computadores en una red) son de marca 3Com, por lo cual se facilitará la instalación, mantenimiento y administración de la nueva red integrada (voz y datos).

CAPÍTULO 4

INSTALACION Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA NBX

4.1. Procedimiento para la Instalación

4.1.1. Plan guía de levantamiento de información previa a la instalación

Para realizar la instalación de los equipos IP realizamos antes un plan de instalación con el que vamos a facilitar la puesta de los equipos (central telefónica, chasis, teléfonos, y tarjetas).

Existen formularios diseñados para ayudar a recopilar información que se utiliza para facilitar la instalación y configuración de la central NBX. Al completar este formulario tendremos toda la información para la implementación.

Información preliminar de sitio

Este formulario es un resumen acerca de lo que existe actualmente en el sitio, y como será instalada físicamente la central telefónica.

Número de los teléfonos instalados en sistema de teléfonos actual: 60
Número de los teléfonos que estarán en el sistema NBX: 102
Número de usuarios anticipados en el futuro cercano: 10
Donde se colocará el chasis NBX? En un armario de equipos
Donde será montado? Pared <input type="checkbox"/> Rack <input checked="" type="checkbox"/>
Modo:
Sistema key <input type="checkbox"/> Híbrido/PBX <input checked="" type="checkbox"/>
El reflejo del disco será instalado? Si No <input checked="" type="checkbox"/>
Qué rango de extensiones le gustaría?
SuperStack 3 defecto: 1000-4999 El rango de extensiones debe ser del 100 al 299
Extensión que se asignará al asistente telefónico: 100
UPS disponible para el chasis? (UPS es recomendado) Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Energía disponible para la UPS? Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
La fuente de poder de la Ethernet será utilizada? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Número de fuentes de poder de Ethernet requerido:
La Fuente de poder redundante será utilizada? Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Tabla 4.1 Plantilla para información preliminar

Inspección LAN/WAN

En el formulario para la inspección LAN/WAN se recopila información acerca de cómo se encuentra la red de datos.

Inspección LAN/WAN
Tiene acceso su IP networking a Internet? Si <input checked="" type="checkbox"/> No
IP fijo ser asignado al NCP(Programa de Control de red): 129.200.9.12
Gateway: 129.200.9.7
Máscara de Subred: (Por defecto: 255.255.255.0)
Nombre del Host: (Por defecto: nbx100/25/750) nbxicesa.orve.com
Requiere conectores T con terminadores para chasis adicional? Si No <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de Ethernet LAN: 10BASE-T 100BASE-T 1000BASE-T <input checked="" type="checkbox"/>
Protocolos usados en la red: IP <input checked="" type="checkbox"/> IPX ApleTalk
Los Hubs tienen conectores 10BASE2? Si No <input checked="" type="checkbox"/>
Su red resuelve 5-4-3 especificaciones de Ethernet hoy? La red es Ethernet .
Nombre del ISP: Telconet
Número de Teléfono del ISP:
Utilización de la Banda Ancha de la LAN: 2%
Cuantos más puertos para los hubs/switch serán necesarios? Si No <input checked="" type="checkbox"/> Si es si, cuántos son:
Localización de Teléfonos dentro de la red:
Nota: Una un diagrama actual de la red para permitirle conectar los teléfonos de NBX de modo que haya impacto mínimo en la red de datos.

Tabla 4.2 Plantilla para información de la red de datos

Inspección de líneas telefónicas

Estado en el que se encuentra las líneas telefónicas de la empresa. A continuación el formulario.

Inspección Línea Telefónica	
Líneas de Fax:	2
Líneas de MODEM:	2
Líneas de Alarmas:	1
Otras:	
Cualquiera:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
DID/DDI?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
911?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
ID del Usuario?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Nro. de líneas T1/DSI:	Ninguna
Nro. de líneas T1/ISDI PRI:	
Nro. de líneas "Par de cobre":	44

Tabla 4.3 Plantilla para información sobre líneas telefónicas

Inspección Eléctrica

Inspección Eléctrica	
Suficiente energía de salida para todos los teléfonos y chasis?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Suficiente amperaje?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Enchufe a tierra o cambiado completamente? Enchufe 1	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Enchufe 2
Enchufe de energía disponible para la energía redundante?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hardware requerido para completar la instalación del NBX	
Tarjetas de líneas:	
Hubs:	
Chasis	

Tabla 4.4 Plantilla para información sobre fuente eléctrica

Clase de servicio

La clase de servicio se refiere a los permisos y restricciones que van a tener cada usuario al momento de realizar una llamada telefónica, la clase de servicio se debe hacer en base a grupos de usuarios, por ejemplo: Administrador, en este grupo de

usuarios van a estar las personas que tienen la responsabilidad de administrar la central telefónica y tienen todos los permisos. Otro grupo de usuario que se definió fue el de las secretarías que tiene permiso solo para llamadas internas y locales.

A continuación se da algunos ejemplos de los grupos de usuarios creados:

Administrador					
Interno	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Local	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Larga Distancia	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Internacional	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Tributo Libre	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Tributo/Premium	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
WAN	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
CO/Código de intercambio de teléfono	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Trunk to trunk	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Carrier Alterno (Igual Acceso #)	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Operador Asistido	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Gíreles	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Diagnósticos	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Emergencia 911	Abierto	<input type="checkbox"/>	Cerrado	<input type="checkbox"/>	Lunch <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Off-site Notificación	Deshabilitado <input type="checkbox"/>				

Tabla 4.5 Plantilla para definir clases de servicio

Las opciones que tiene la central telefónica NBXV5000 para realizar llamadas entre las más importantes son:

- Interno: Las llamadas que se realizan dentro de una misma red.
- Local: Las llamadas que se realizan fuera de la red en la misma ciudad.
- Larga Distancia: Las llamadas que se realizan a otras ciudades.
- Internacional: Las llamadas que se realizan fuera del país.
- Tributo Libre: Las llamadas que se realizan al 1800.
- Tributo/Premium: Las llamadas que se realizan al 1900.

- WAN: Las llamadas que se realizan dentro de una red WAN de central IP a central IP con VTL (Virtual Tie Lines). Conexión líneas virtuales, se utilizan para conexiones de central IP a central IP)
- Trunk to trunk: Las llamadas que se pueden desviar, por ejemplo desviar la llamada desde oficina hacia la casa.
- Wireless: Las llamadas que se realizan a celular.
- Diagnóstico: Las llamadas que se pueden realizar para verificar el estado de la línea.
- Emergencia: Las llamadas que se realizan de emergencia.

Plan de mercado

En el Plan de Mercado se definen los rangos para las extensiones, rangos para extensiones de parqueo de llamadas, que número de extensiones se van a utilizar para el Auto – Attendant (Asistente Automático de llamadas) entre otros.

Rango de Extensiones por defecto		Nuevo rango de Extensión
Teléfonos	SuperStack 3 NBX: 1000 - 3999	100 - 399
Llamada Parqueada	SuperStack 3 NBX: 6000 - 6099	600 - 699
Auto Asistente	SuperStack 3 NBX: 500, 501, 5500 - 5599	550 - 559
Externas	SuperStack 3 NBX: 6000 - 7999	600 - 799

Tabla 4.6 Plantilla para definir el plan de mercado

Es importante que se definan bien los rangos ya que se pueden confundir los números en el momento de configurar las extensiones.

Asistente Automático

Al definir los saludos para las troncales de la empresa, tenemos que definir un saludo principal, en el caso de la empresa definimos un solo saludo para el PBX de

la empresa, en el que se define ciertos números en el que los clientes van a poder comunicarse con ciertos departamentos de la empresa.

Se definió un saludo principal para la PBX y saludos adicionales para la bienvenida a los diferentes departamentos.

Saludo principal

El saludo de bienvenida es el siguiente: *“Gracias por llamar a ICESA-ORVE, nuestras extensiones han cambiado, si conoce el número de extensión márkuelo ahora. Si desea comunicarse con atención al cliente digite 1, bodega 2, servicios generales 3, fax 4.....caso contrario digite 0 y una operadora lo atenderá, Gracias”.*

Asistente Automático
El recepcionista debe ser el primer punto de contestación? Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Saludo de la Mañana (1 minuto)
Tiempo de salida: <i>Gracias por llamar a ICESA-ORVE, nuestras extensiones han cambiado, si conoce el número de extensión márkuelo ahora. Si desea comunicarse con atención al cliente digite 1, bodega 2, servicios generales 3, fax 4.....caso contrario digite 0 y una operadora lo atenderá, Gracias</i>
Saludo de la Tarde (1 minuto)
Tiempo de salida: <i>Gracias por llamar a ICESA-ORVE, nuestras extensiones han cambiado, si conoce el número de extensión márkuelo ahora. Si desea comunicarse con atención al cliente digite 1, bodega 2, servicios generales 3, fax 4.....caso contrario digite 0 y una operadora lo atenderá, Gracias</i>
Saludo de la Noche (1 minuto)
Tiempo de salida: <i>Gracias por llamar a ICESA-ORVE, nuestro horario de atención es desde las 08h30 hasta las 18h00, por favor intente comunicarse con nosotros el día de mañana, gracias.</i>

Tabla 4.7 Plantilla para mensaje de operadora automática

Posterior a la definición del saludo inicial, hay que definir la función que cumple cada dígito del menú de bienvenida a través de la siguiente tabla:

Botón del Teléfono	Acción	Número de Teléfono o extensión
1	Atención al cliente	119
2	Bodega	201
3	Servicios Generales	501
4	Fax	110
5		
6		
7		
8		
9		
0		100
#		
Time out		100

Tabla 4.8 Plantilla para definir las funciones de la operadora automática

4.1.2. Cronograma de instalación y configuración de equipos

A continuación se describe brevemente la implementación de la central NBX:

Paso	Tarea	Descripción	Duración
Planeación			
1	Levantamiento de Información	Completar el plan guía.	1 Día
2	Diseño de la solución	Desarrollo de plantillas de pre-configuración y plan de migración	1 Día
Ejecución			
3	Revisión de equipo	Pruebas de encendido y funcionamiento básico de la central y del chasis	4 horas
4	Instalación de los equipos en el armario	Puesta y aseguramiento de los equipos en el armario	2 horas
5	Configuración básica de central NBX	Configuración de teléfonos y plan de marcado.	1 Día
6	Instalación de los teléfonos NBX	Colocar y energizar los 100 teléfonos en sus puestos de trabajo	1 Día
7	Pruebas de comunicación en la red local	Pruebas de telefonía con los teléfonos IP en la red local de ICESA-ORVE.	2 horas
8	Interconexión con central pública	Se conectará la central NBX a la red de telefonía pública las 40 líneas analógicas	1 hora
9	Pruebas de comunicación a través de la PSTN	Realización de llamadas de los usuarios, a través de la red PSTN, de acuerdo al perfil de usuario, llamadas locales, nacionales, internacionales, y a celulares.	4 horas
Control y Seguimiento			
10	Periodo de evaluación	Tiempo en que se registran no conformidades que deben ser afinadas o mejoradas	5 Días
11	Afinamiento	De acuerdo al registro de control, se realizan los respectivos afinamientos	1 Día
Cierre			
12	Cierre de la implementación		Total: 10 días 12 horas

Tabla 4.9 Cronograma de instalación de la solución NBX

4.1.3. Diagrama de Telefonía IP con la solución NBX

A continuación se muestra el diagrama de la ubicación física de los equipos de la solución NBX en el armario de comunicaciones, conjuntamente con un esquema lógica de la topología de la red WAN entre sucursales.

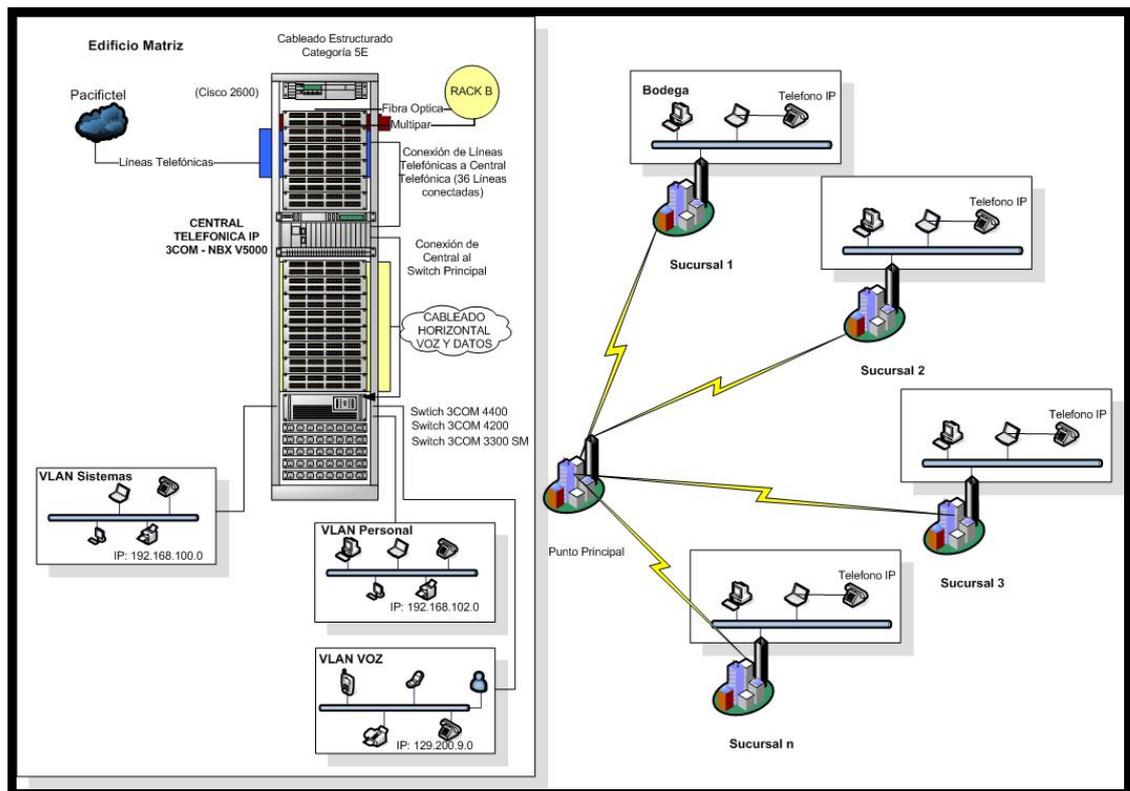


Fig. 4.1 Diagrama de Telefonía IP NBX

4.2. Especificaciones, y configuración, de los componentes NBX de acuerdo al modelo de capas en un sistema IP-PBX

4.2.1. Teléfonos IP: Físico y Virtual (Capa de cliente)

4.2.1.1. Teléfono Básico

El teléfono Básico 3Com 3101 cuenta con dos modelos, con o sin micrófono incorporado, lo que significa que sólo soporta la operación de speaker. Estos teléfonos requieren de licencia, la licencia debe ser ingresada por medio del NBX NetSet utility, para que de esta forma la central pueda descubrir los teléfonos.

En la figura 4.2 se muestra el teléfono Básico 3Com, sus características principales son:



Fig. 4.2 Vista General del teléfono Básico 3Com

- Cuatro botones programables
- Soporta PoE (Power over Ethernet)
- Aviso de mensaje por Led
- Dos puertos 10/100 Mbps
- Botones distintivos para mensajes y espera
- Pantalla LCD con 4 botones para cursor y tres botones de acceso rápido

4.2.1.2. Teléfono Ejecutivo

El teléfono Ejecutivo NBX 3102 tiene alta calidad de sonido que sus modelos anteriores, basado en muestreo de 16-bits y un micrófono unidireccional.

El teléfono Ejecutivo ha sido diseñado para trabajar con el estándar IEEE 802.3af, es decir, suministra poder a las líneas de datos (1, 2, 3, y 6) ó las líneas sin uso (4, 5, 7, y 8). También acepta poder de un transformador AC. Si ambas fuentes están trabajando al mismo tiempo (transformador AC y el cable Ethernet), el teléfono usará por defecto el poder del cable de Ethernet.

Si alguna de las dos fuentes de poder falla, el teléfono hace el conmutador automáticamente al poder en funcionamiento, este cambio es transparente al usuario.

En la figura 4.3 se muestra el teléfono Ejecutivo 3Com, sus características principales son:



Fig. 4.3 Vista General del teléfono Ejecutivo 3Com

- 18 botones programables con luces
- Mensajes de espera por LED

- 2 puertos 10/100 Mbps
- Speaker full-duplex
- Display LCD con botones direccionales y tres de acceso rápido
- Power over Ethernet 802.3af

4.2.1.3. Consola de recepción

La consola NBX es un dispositivo Ethernet usado generalmente por las recepcionistas para administrar y monitorear el status de las llamadas, La consola también puede ser usada por los departamentos de ventas que necesitan hacer llamadas salientes a los clientes.

Soporta 100 dispositivos incluyendo el estatus de llamadas analógicas, 50 botones programables con LED, 4 botones adicionales para funciones que se usan con mayor frecuencia. Las funciones por defecto son: Transferir llamada, Transferir al buzón, llamada en espera, Parquear llamada. Todos los teléfonos son automáticamente asignados a la consola, en orden numérico por extensión

En la figura 4.4 se muestra la Consola 3Com, sus características principales son:

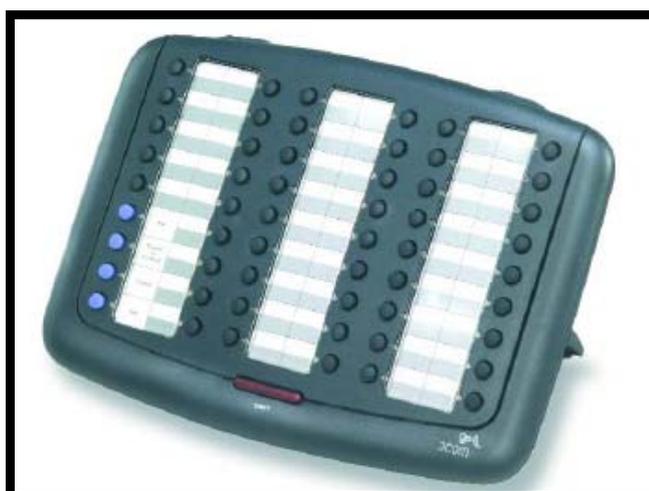


Fig. 4.4 Vista General de la Consola 3Com

- 50 botones programables con LED
- 100 funciones disponibles
- 4 botones pre-programados
- Se permite el uso de múltiples consolas.
- Puerto 10/100 Mbps
- Power over Ethernet 802.3af

4.2.1.4. Teléfono Virtual (Sofphone:pcXset)

PcXset es un aplicativo que permite al usuario tener en su computadora un teléfono virtual con las mismas características, funcionalidad, e interfaces de programación que un teléfono real.

Los usuarios generalmente usan parlantes y micrófonos cuando usan el pcXset, al usarlos es necesario tener un micrófono con cancelación de eco.

Para utilizar el software pcXset se necesita licencia de activación, y los requerimientos mínimos para cargar el programa en la computadora son los siguientes:

- Win9x/NT/2000 y Windows XP soporta versiones de 4.1.1 de pcXset
- Pentium 166
- 64Mb de RAM
- Tarjeta de sonido full-duplex



Fig. 4.5 Vista general del pcXset

4.2.2. Líneas troncales, conmutadores Ethernet, ruteadores (Capa de Infraestructura)

4.2.2.1. Chasis NBX100

El Chasis NBX 100 tiene a su disposición 6 bahías, y su placa central provee 10 Mbps half dúplex para la comunicación entre las diferentes tarjetas.

El procesador de llamadas de la NBX 100 por definición del fabricante se la coloca en la bahía 2, esta bahía provee conectividad con el disco duro.

Otras tarjetas que se pueden colocar en el chasis son las tarjetas de líneas analógicas y digitales, la tarjeta para terminales analógicas y el hub. En la figura 4.6 se tiene una descripción gráfica del chasis.

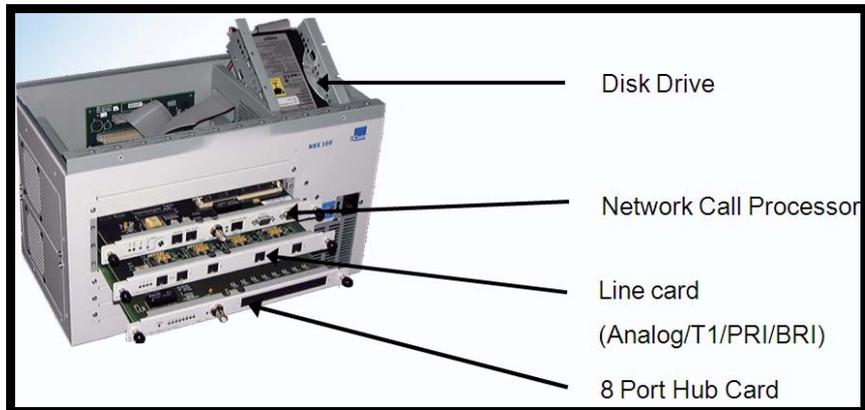


Fig. 4.6 Chasis NBX 100

4.2.2.2. Tarjeta para líneas analógicas (ATC)

Interfaz con cuatro terminales analógicas, puertos RJ-11, soporta conectividad de FAX. Cada puerto tiene una única MAC address, que cuenta como una sistema diferente. Los puertos son configurables vía NetSet.

Esta tarjeta no soporta conexión para módems y lectoras de tarjetas de crédito.

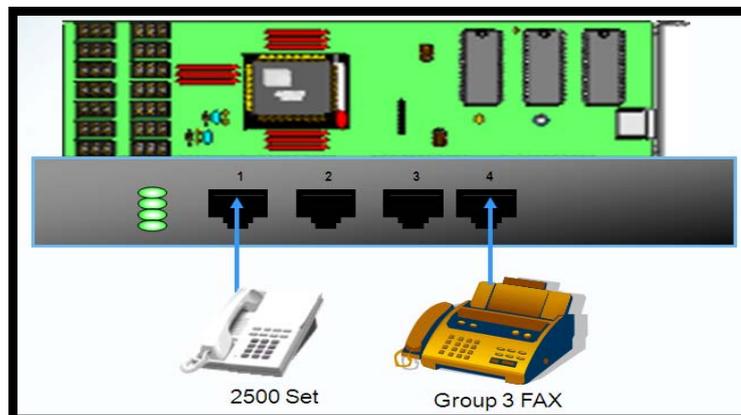


Fig. 4.7 Vista de la tarjeta ATC

4.2.2.3. Tarjeta Hub-Ethernet (Uplink Card)

La tarjeta Hub permite enlazar el chasis NBX 100 a red local. Está conformado por un concentrador de 8 puertos RJ45 para la tecnología Ethernet 10 BASE-T. También se pueden conectar dispositivos como teléfonos NBX o computadores personales.

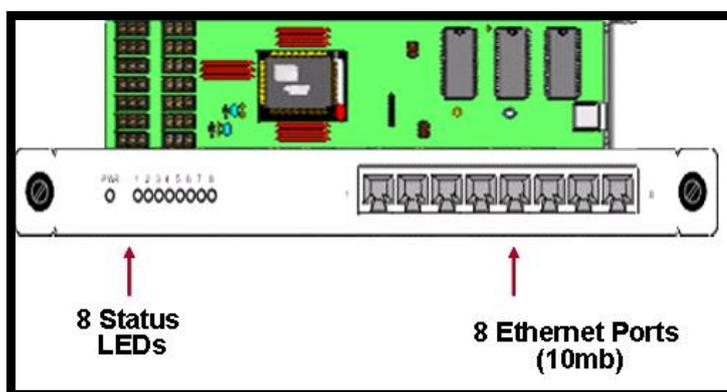


Fig. 4.8 Vista de la tarjeta Uplink Card

4.2.2.4. Conmutadores (Conmutadores) 3COM 4200 y 4400

4.2.2.4.1. Descripción

Los equipos 4200 y 4400 son conmutadores de tecnología Ethernet que disponen de una gran cantidad de puertos RJ-45 y algunos adicionales de Fibra óptica para transporte de alta densidad de tráfico entre estos equipos. De esta manera se cumplen con los requerimientos exigidos por el fabricante para la conexión de los teléfonos y la central NBX.

4.2.2.4.2. Características

Los equipos poseen las siguientes características⁽²⁶⁾:

⁽²⁶⁾ Para mayor información, consulte en: 3Com SuperStack 3 Switch 4200 y 4400 Family, <http://www.3com.com>

Switch 3COM 4228G	
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos auto-negociables 10BASE-T/100BASE-TX • 2 puertos auto-negociables 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T
Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • 12.8 Gbps switching capacity (maximum) • 9.5 Mpps forwarding rate (maximum) • Latencia < 10 us
Conmutación de capa 2	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de hasta 8,000 direcciones MAC en la tabla de direcciones • 128 direcciones MAC estáticas (adicional a las direcciones por defecto) • 60 VLANs basado en puertos (IEEE 802.1Q) • Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping on Layer 2 interfaces
Convergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Encolamiento estricto de prioridad • IEEE 802.1p Class of Service/Quality of Service (CoS/QoS)
Estándares IEEE	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1p QoS • IEEE 802.1Q VLANs / VLAN tagging • IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree • IEEE 802.1X Network Login Security • IEEE 802.3 Ethernet • IEEE 802.3ab (1000BASE-T) • IEEE 802.3ad Link Aggregation (unit wide) • IEEE 802.3i 10BASE-T • IEEE 802.3u Fast Ethernet • IEEE 802.3x Flow control • IEEE 802.3z Gigabit Ethernet • 1000BASE-X

Tabla 4.10 Características de Conmutador 4228G

Switch 3COM 4400	
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos auto-negociables 10BASE-T/100BASE-TX • 2 bahías para puertos de Fibra Óptica.
Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • 8.8 Gbps switching capacity (maximum) • 6.6 Mpps forwarding rate (maximum) • Latencia < 2.6 us
Conmutación de capa 2	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de hasta 8,000 direcciones MAC en la tabla de direcciones • 128 direcciones MAC estáticas (adicional a las direcciones por defecto) • 64 VLANs basado en puertos (IEEE 802.1Q) • Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping on Layer 2 interfaces
Convergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Encolamiento estricto de prioridad • IEEE 802.1p Class of Service/Quality of Service (CoS/QoS)

Estándares IEEE	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1p QoS • IEEE 802.1Q VLANs / VLAN tagging • IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree • IEEE 802.1X Network Login Security • IEEE 802.3 Ethernet • IEEE 802.3ab (1000BASE-T) • IEEE 802.3ad Link Aggregation (unit wide) • IEEE 802.3i 10BASE-T • IEEE 802.3u Fast Ethernet • IEEE 802.3x Flow control • IEEE 802.3z Gigabit Ethernet • 1000BASE-X
--------------------	--

Tabla 4.11 Características de Conmutador 4400

4.2.2.4.3. Configuración

A continuación se muestra el paso a paso de la configuración de los conmutadores mediante el acceso vía comando de línea:

```

-----SW0 4400, SW0 4400 (1)-----
Menu options: -----3Com SuperStack 3 Switch 4400-----
bridge          - Administer bridge-wide parameters
logout           - Logout of the Command Line Interface
physicalInterface - Administer physical interfaces
protocol         - Administer protocols
security         - Administer security
system          - Administer system-level functions
trafficManagement - Administer traffic management

-----SW0 4400, SW0 4400 (1)-----
Select menu option (bridge): vlan

Menu options: -----3Com SuperStack 3 Switch 4400-----
create          - Create a VLAN
delete          - Delete a VLAN
detail          - Display detailed information
modify          - Modify a VLAN
summary         - Display summary information

Type "quit" to return to the previous menu or ? for help

-----SW0 4400, SW0 4400 (1)-----

```

```

Select menu option (bridge/vlan): summary
Select VLAN ID (1-2,all)[all] : all

VLAN ID  Name
-----
1      Default VLAN          Sistemas
5      VLAN 5 (VLAN DE VOZ)

-----SW0 4400, SW0 4400 (1)-----

Select menu option (bridge/vlan): detail 1

VLAN ID: 1   Name: Default VLAN

Unit          Untagged Member Ports   Tagged Member Ports
-----
1              1-24                     27
Aggregated Links AL1-AL4          none

Unicast Frames: 125946574   Octets: 3027744195
Multicast Frames: 1000414   Broadcast Frames: 1264558

En la VLAN 2 se marca (Tagged) todos los puertos del conmutador

Select menu option (bridge/vlan): detail 5

VLAN DE VOZ

VLAN ID: 5   Name: VLAN 5

Unit          Untagged Member Ports   Tagged Member Ports
-----
1              none                     1-28
Aggregated Links AL1-AL4          none

Unicast Frames: 125889480   Octets: 437727801
Multicast Frames: 3343206   Broadcast Frames: 74690

```

Fig. 4.9 Configuración paso a paso del Conmutador.

Nota: Esta configuración también se aplica a los conmutadores 4200.

4.2.2.5. Enrutadores CISCO 2600

Los equipos CISCO 2600 son enrutadores que permiten direccionar el tráfico de red (IP) hacia los distintos puntos remotos en una red de área amplia. La capacidad de desempeño, entre sus distintos modelos, se encuentra entre 15,000 a 70,000 paquetes por segundo. En este caso, estos equipos pertenecen al proveedor de comunicación de enlaces WAN “Telconet” el mismo que brinda el servicio de comunicación de datos hacia las sucursales de ICESA-ORVE⁽²⁸⁾.

4.2.2.5.1. Configuración recomendada para calidad de servicio (QoS)

Debido a que las redes de área amplia poseen velocidades de transmisión sumamente bajas en comparación a las redes locales. Por lo tanto, es necesario priorizar el tráfico de VoIP entre la central NBX y los teléfonos ubicados en las sucursales para brindar comunicación de voz con el mínimo retardo. Para esto es necesario identificar las direcciones IP de los equipos involucrados, y los puertos usados en la capa de transporte (TCP,UDP).

4.2.3. Procesador de llamadas para redes de datos (Capa de Procesamiento de llamadas)

4.2.3.1. NCP: NBX V5000

4.2.3.1.1. Descripción

La central NBX V5000 es el sistema central de proceso y control de llamadas y elemento matriz de la arquitectura de Telefonía IP, en este se alberga el

⁽²⁸⁾ Para mayor información, consulte en: Cisco 2600 Series Modular Access Routers, <http://www.cisco.com>

software de conmutación de paquetes o tramas Ethernet. El sistema operativo que utiliza es VxWorks el cual está orientado a procesar tráfico de misión crítica en tiempo real.

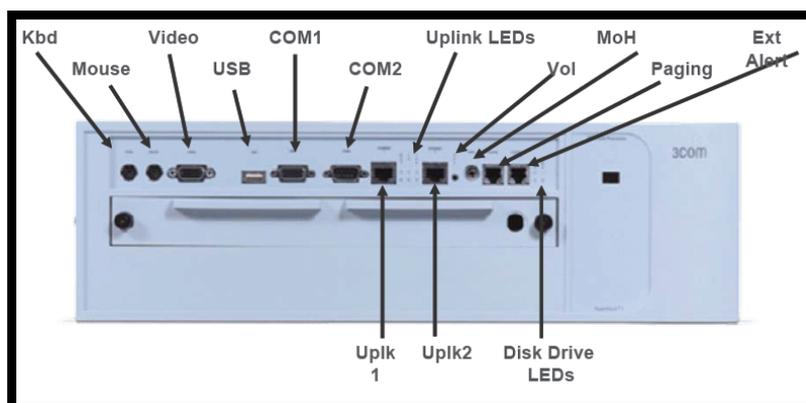


Fig. 4.10 Central NBX V5000

4.2.3.1.2. Características

- Soporta hasta 1500 dispositivos (tarjetas de línea, teléfonos IP, teléfonos análogos)
- Soporta 750 buzones de mensajería de voz y hasta 1,000 buzones fantasmas, 400 horas de almacenaje de mensajes y 72 puertos de auxiliares automatizados (AA)
- Puede contactar hasta 360 líneas análogas CO, 288 canales T1/PRI , 360 canales E1/PRI, 120 canales ISDN BRI-ST y líneas VTL.
- Ya integra correo de voz y auxiliar automatizado (disponibles en múltiples idiomas), mensajería unificada, CDR, CTI.
- Aplicaciones disponibles para los proveedores NBX de 3Com y otros fabricantes: provisión automatizada, contabilidad y facturación de llamadas, CRM, CTI, TAPI / WAV.

- Capacidad para fuente de poder redundante (opcional), y disco duro de respaldo (opcional).
- Dos resistentes puertos de carga (up link) 10/100 Mbps que operan de manera redundante para obtener alta disponibilidad.

4.2.3.1.3. Administración Web

La administración de la solución se realiza mediante acceso Web usando el protocolo http con la dirección IP o nombre del equipo NCP (Procesador de control de llamada). Una vez accedido al menú principal, también llamado “NetSet”, como usuario de administrador, entonces se obtiene acceso a todas las opciones de configuración, documentos, y aplicaciones de la central NBX las cuales están representadas por iconos gráficos. El icono más usado es el “Tab to it” el cual agrupa todas la opciones de configuración.

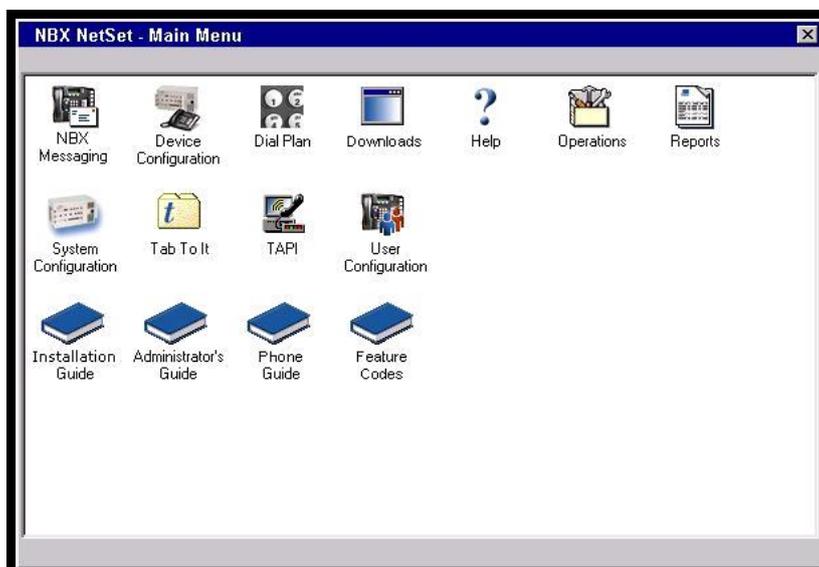


Fig. 4.11 Netset

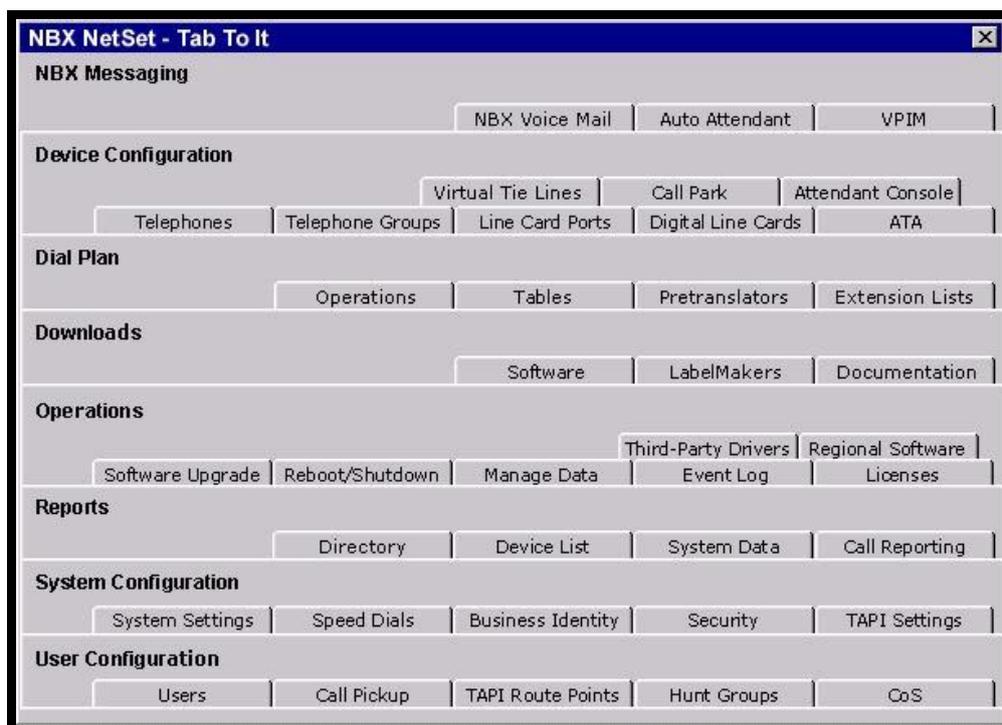


Fig. 4.12 Menú global (Tab to it)

En caso de acceder como un usuario, se mostrarán las opciones básicas que le corresponden al usuario sin que afecte en la configuración del sistema.

4.2.3.2. Configuración del sistema

La configuración del sistema es una ventana que permite al administrador obtener información con respecto al estado del sistema, como la versión del sistema operativo dirección y otros parámetros que se describen a continuación:

Campo	Propósito
Software Versión	La versión del software del sistema NBX
System Serial #	El número de serie en el tablero del procesador de llamada
Host Name	Es el que se da al sistema de NBX, si ingresa por un browser no tiene que especificar La dirección IP al tener acceso a NBX NetSet
IP address	La IP del sistema
Default Gateway	La dirección IP del anfitrión para el destino de paquetes IP de la red.
Subset Mask	La Máscara de red
Network Protocol	El mecanismo de transporte de los paquetes de voz.
MOH MAC Address	La dirección de la música en espera music-on-Hold del hardware.
Free Memory	Memoria disponible en el sistema NBX.
Memory Upgrade Installed	Indica si este sistema de NBX ha tenido una mejora de la memoria.
Date and Time	La fecha y la hora actuales del sistema. Para modificar, click en el botón de fecha y de la hora.
System Start Time	La última vez que el sistema fue reseteado.

Tabla 4.12 Información del sistema

Para configurar el sistema se debe acceder a la siguiente ruta:

NBX NetSet > System Configuration > System Settings > System-wide

Fig. 4.13 Menú de configuración del sistema

Esta pantalla presenta toda la configuración del sistema como por ejemplo: el nombre, el dominio, la IP, la mascara, DNS primario y secundario.

Las opciones que se habilitan en esta pantalla son las más importantes para el funcionamiento de la central telefónica.

A continuación se describe cada campo de la configuración:

Campo	Propósito
Host Name	La IP fija que requiere el sistema NBX. El nombre que se le asigna al sistema, funciona solamente si se le agrega el nombre al sistema DNS.
System Serial #	El número de serie en el tablero del procesador de llamada
SMTP Domain Name	El nombre de su dominio SMTP, Requiere de Off-Site Notification para e-mail.
IP address	La IP del sistema
Default Gateway	La dirección IP del anfitrión para el destino de

	paquetes IP de la red.
Subset Mask	La Máscara de red
Primary DNS	La dirección IP del servidor primario del DNS. Usted debe especificar por lo menos una dirección primaria.
Secondary DNS	La dirección IP del servidor secundario del DNS. Si usted especifica dos direcciones del IP del DNS, deben ser las direcciones primarias y secundarias.
Tertiary DNS	La dirección IP del tercer servidor.
Network Protocol	El mecanismo de transporte de los paquetes de voz, opciones: Ethernet Only , Todas las comunicaciones se dan en la capa de Ethernet. Standard IP , IP es usado para el tráfico de las comunicaciones, todos los dispositivos necesitan una IP. IP On-the-Fly , Una implementación de IP para comunicaciones en capa 2 (Ethernet) los dispositivos son temporalmente asignados a la capa 3 (IP), cuando estos necesiten comunicarse con los dispositivos de la capa 3 en diferentes sub-redes.
Extensions Start at	El número de la extensión que comienza cuando se ha habilitado el Auto Discover para los teléfonos.
External Prefix	El prefijo necesario para las líneas de salida.
Auto Discover Telephones Auto Add Phones to Call Pickup Group 0 Auto Discover Line Cards Auto Discover Digital Line Cards Auto Discover Attendant Consoles	Descubrimiento automático de teléfonos, líneas telefónicas análogas, líneas telefónicas digitales y consolas conectadas al sistema.
Caller ID Wait Timer	Cantidad de tiempo que esperar la recepción para la información de la identificación del llamador.
Handsfree on Transfer	Esta configuración define la manera que un teléfono de NBX responde una llamada transferida utilizando el botón manos libres.
Handsfree on External Transfer	Esta característica permite que el botón manos libres sea utilizado para las llamadas externas que se transfieren o se marcan a los teléfonos.

Virtual LAN Enabled	Agrega un identificador de prioridad en cada Ethernet frame.
Virtual LAN ID	Si se habilita el Virtual LAN, se debe especificar el identificador de la virtual LAN.
IP VLAN Tagging Enabled	Si se habilita el IP VLAN Tagging, el sistema de NBX agrega etiquetas de VLAN a la voz saliente y los paquetes del control previstos para los dispositivos en el VLAN que se especificó en la caja de texto virtual de la identificación del LAN
System-wide CLIR	Suprime la transmisión del ID del llamador para las llamadas salientes.
Music On Hold	Permite el multicast de Ethernet para la música en llamadas (MOH). MOH se permite automáticamente si se habilita en transferencia.
Music on Transfer	Se habilita MOH para transferencia de llamadas; requiere que MOH sea instalada y habilitada.
One Button Transfer	Habilita el sistema de usuarios, al momento de transferir una llamada solamente presionando el botón una sola vez.
NBX Messaging	Permite habilitar o inhabilitar NBX Messaging después de que instale una tercera parte de la licencia de mensajería. Por defecto, esta habilitado pero no accesible hasta que se instale una licencia de mensajería.
Third-Party Messaging	Esta opción se activa solo cuando se haya instalado la licencia de messaging.
Pulse Dialing	Habilita el marcado para todos los teléfonos en el sistema.
Call Timer	Permite la mirar al usuario el tiempo de duración de la llamada en el panel de visualización del teléfono.

Tabla 4.13 Parámetros de configuración del sistema NBX

Codecs en los dispositivos NBX

Los codecs residen en los dispositivos de NBX, en teléfonos, ATA's, entre otros.

Dispositivo	G.729	ADPCM	G.711
3Com 3102 Teléfono Business	Si	Si	si
3Com 3101SP Teléfono Básico	Si	Si	si
NBX Analog Terminal Adapter	Si	Si	si
NBX Analog Line Card	Si	Si	si

Tabla 4.14 Codec soportados por dispositivos NBX

Para habilitar audio settings, seleccione **System Configuration >System Settings > Audio Settings**.

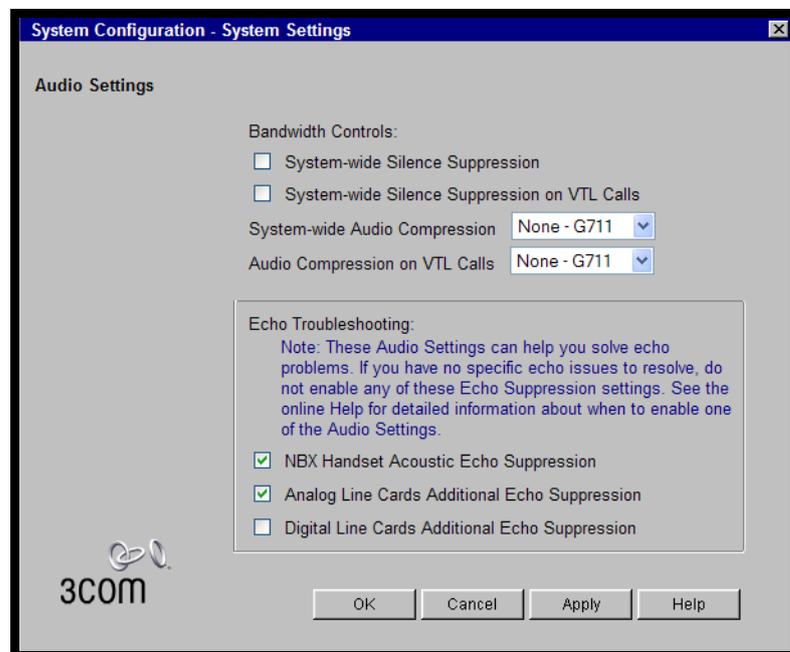


Fig. 4.14 Opciones de configuración de Audio Settings

En la figura 4.14 se muestra como se configuró para ICESA-ORVE y que protocolos de compresión de audio fueron requeridos para esta aplicación.

Campo	Descripción
Bandwidth Controls	Reduce el número o el tamaño del paquete transmitido durante una conversación, si se habilita esta opción ayuda a reducir la congestión de la red, sin embargo, puede comprometer la calidad de audio.
System-wide Silence Supresión	Habilite esta opción en todas las conversaciones
System-wide Silence Supresión on VTL Calls	Implementar en las llamadas realizadas a través del VTL.
System-wide Audio Compression	Seleccione una de estas compresiones: None – G.711: No compresión Med – ADPCM: Mediana compresión High – G.729: Alta compresión
Audio Compression on VTL Calla	Igual que en el ítem anterior.
Echo Troubleshooting	Controla y reduce el eco
NBX Hasdset Acoustic Echo Supresión	Se habilita esta opción para suprimir el eco entre las llamadas internas.
Analog Line Cards Echo Suppression	Permite la supresión del eco en llamadas entre las extensiones internas y los llamadas externas.
Digital Line Card Echo Suppression	Permite la supresión del eco en llamadas que usen una conexión línea digital.

Tabla 4.15 Opciones de la configuración de audio

Configuración Regional

Una vez instalado el software y componentes, se puede configurar la región. Para habilitar estos ajustes regionales en NBX NetSet, seleccione el país apropiado y la lengua para la voz del sistema (voz que se expone al contestar una llamada externa, o para el buzón de mensajes), los tonos y las cadencias técnicas, además de la documentación del usuario.

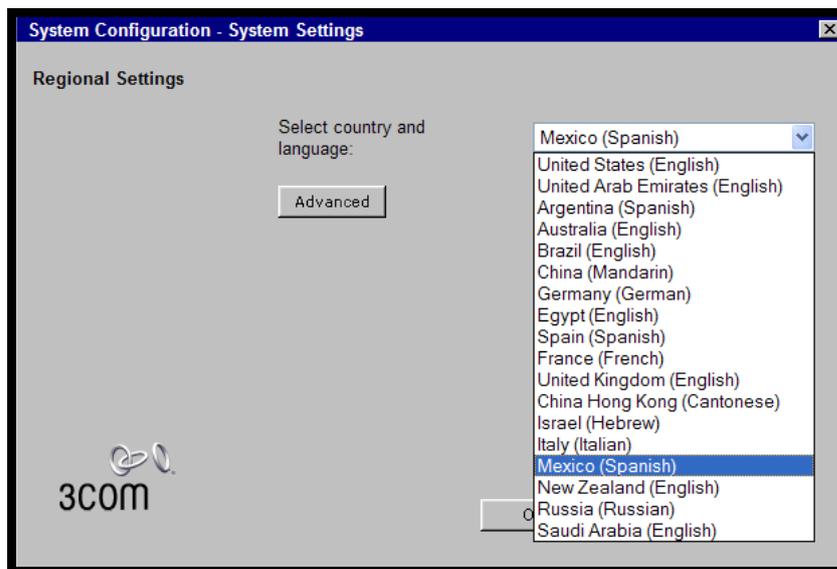


Fig. 4.15 Configuración del idioma

Ajustes de reloj

Si es necesario, se puede cambiar la fecha y la hora en el sistema, es importante que la fecha y la hora sean exactas porque la fecha y la hora del sistema afectan estas características de NBX:

- El panel de visualización del teléfono de NBX.
- Comportamiento del sistema en las horas de oficina.
- Tiempo – dependiente de los avisos Auto Attendant.
- Marca de la hora y de fecha en el buzón de voz.

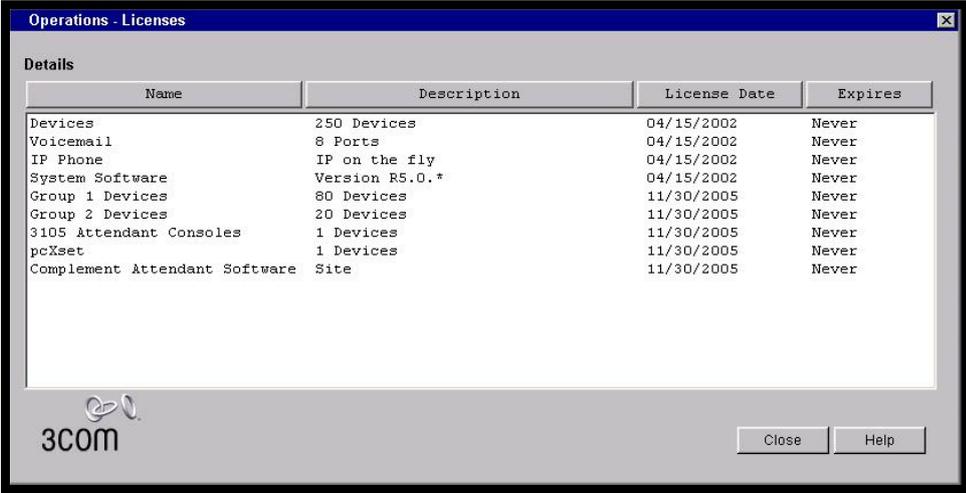
4.2.3.3. Operaciones: Licencias y respaldos

Los dispositivos, como los teléfonos NBX, necesitan de licencias para disponer de su permanente funcionamiento. Estas licencias se denominan licencias de grupo, donde el grupo clasifica el tipo de teléfono NBX. En la tecnología NBX existe 3 tipos de licencias de grupo:

- Dispositivos de Grupo 0
 - Teléfono de recepción (Modelo 3100)
- Dispositivos de Grupo 1
 - Teléfono básico (Modelo 3101)
 - Teléfono inalámbrico (Modelos 3106C y 3107C)
- Dispositivos de Grupo 2
 - Teléfono ejecutivo (Modelo 3102)
 - Teléfono gerencial (Modelo 3103)
 - Teléfono consola (Modelo 3105)

En este caso la solución de telefonía incluye 2 licencias de grupo, una licencia para Dispositivos de Grupo 1, para los 80 teléfonos básicos, y otra licencia para Dispositivos de Grupo 2, para 20 teléfonos ejecutivos y 1 teléfono consola.

Existen otros tipos de licencias que permiten activar otras características de la central, como por ejemplo, puertos de correo de voz, cambio de versión, teléfonos virtuales, VTL, para troncales de conexión SIP o H323, etc.



Name	Description	License Date	Expires
Devices	250 Devices	04/15/2002	Never
Voicemail	8 Ports	04/15/2002	Never
IP Phone	IP on the fly	04/15/2002	Never
System Software	Version R5.0.*	04/15/2002	Never
Group 1 Devices	80 Devices	11/30/2005	Never
Group 2 Devices	20 Devices	11/30/2005	Never
3105 Attendant Consoles	1 Devices	11/30/2005	Never
pcXset	1 Devices	11/30/2005	Never
Complement Attendant Software	Site	11/30/2005	Never

Fig. 4.16 Vista de las licencias actuales

Para el ingreso y respaldo de las licencias, se accede a la administración de la central NBX, dentro del menú de operaciones, tal como se muestra en la siguiente figura.

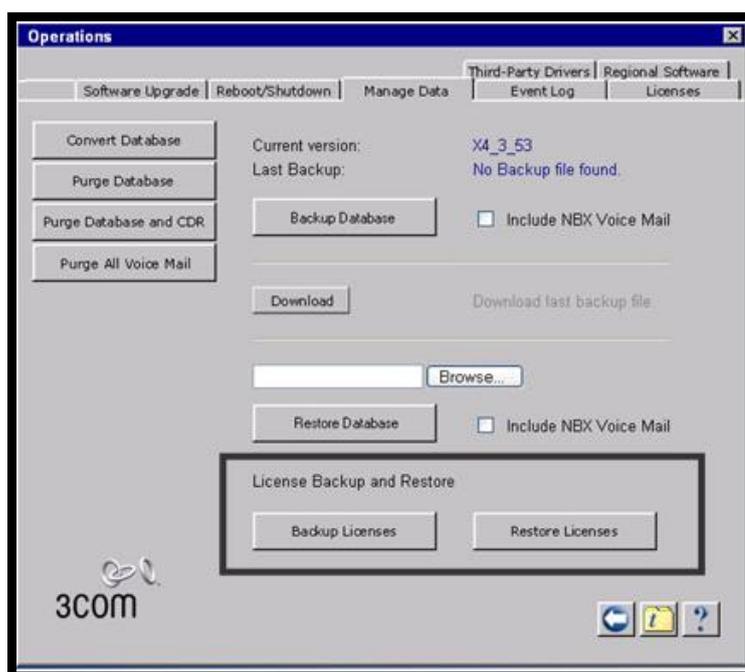


Fig. 4.17 Respaldo de licencias

4.2.3.4. Configuración de usuarios

En la figura 4.4 se puede observar la ventana de configuración de usuario, en ella se muestra todos los teléfonos que han sido descubiertos por la central NBX o agregados en la misma, en dicha ventana se puede cambiar la extensión del teléfono y otros parámetros descritos a continuación:

Ext.	MAC Address	Device Type	Status	First Name	Last Name
(none)					
*1000	00:e0:bb:04:a9:99	Terminal.	Online	New	User
*1001	00:e0:bb:06:89:c1	Terminal.	Online	New	User
*1002	00:e0:bb:00:a9:b7	ATA.....	Online	New	User
*1003	00:e0:bb:01:09:34	ATA.....	Online	New	User
*1004	00:e0:bb:04:aa:22	Terminal.	Online	New	User
*1005	00:e0:bb:01:09:33	ATA.....	Online	New	User

Fig. 4.18 Configuración de usuario

- Exclude from LCD Directory –remueve al usuario del directorio que se muestra en la pantalla LCD, Para una mejor administración se puede elegir remover sus extensiones y sólo ser contactados vía asistente.
- Exclude from Name Directory – remueve al usuario del directorio de nombres por lo que las llamadas entrantes no podrán seleccionar al usuario marcando los primeros dígitos del apellido.
- FWD to Auto Attendant – manda la llamada entrante directamente al sistema de operadora o en su defecto al voice mail del usuario.
- Receive Maintenance Alerts – Esta es una opción del SuperStack 3 NBX. Envía alertas o mensajes al administrador cuando sucede un problema de disco duro o de poder en el sistema de la NBX.

La Clase de Servicio (CoS) es un sistema de permisos de llamadas que se puede asignar a los usuarios. La mayoría de los permisos están conforme a los parámetros de las horas de oficina: entrada, almuerzo, y otros. Por ejemplo se

puede crear una clase que permita llamadas a las horas normales de oficina pero a otras horas no.

En la empresa se definió grupos de usuarios, a los cuales se les dio ciertos privilegios de llamadas dependiendo del cargo y responsabilidad que tienen en la empresa.

Los grupos de usuarios se definieron de la siguiente manera:

- Gerentes
- Jefaturas
- Asistentes
- Sistemas
- Comunes

Pero antes de dar permisos hay que tomar en cuenta algunas consideraciones:

- Las llamadas de emergencia (tales como llamadas al 911) no están compatibles con las restricciones de Clase de Servicio.
- Cuando se crea un nuevo perfil, el sistema asigna por defecto la clase de servicio de privilegios limitados, a menos que se especifique uno diferente.
- Para fijar un código a cada usuario, se habilita el cuadro de Account Code en la clase de servicio.
- Se verifican los códigos en la configuración de la clase, si en la clase de servicio pide el código para ese tipo de llamada, el usuario del teléfono NBX debe introducir un código de la cuenta antes de que el sistema NBX direcciona la llamada.

La clase de servicio administra estos tipos de llamadas:

- Internas
- Externas (Larga distancia, internacional)
- CO Code (Servicio opcional de la compañía de teléfonos, por ejemplo llamada en espera).
- Transferencia Trunk to Trunk
- Notificación Off-site
- Operadores configurables

Para configurar Clase de Servicio:

En al **NBX NetSet > User Configuration > CoS** y esta pantalla muestra las opciones de botones como: Add, Modif., Remove, y View.

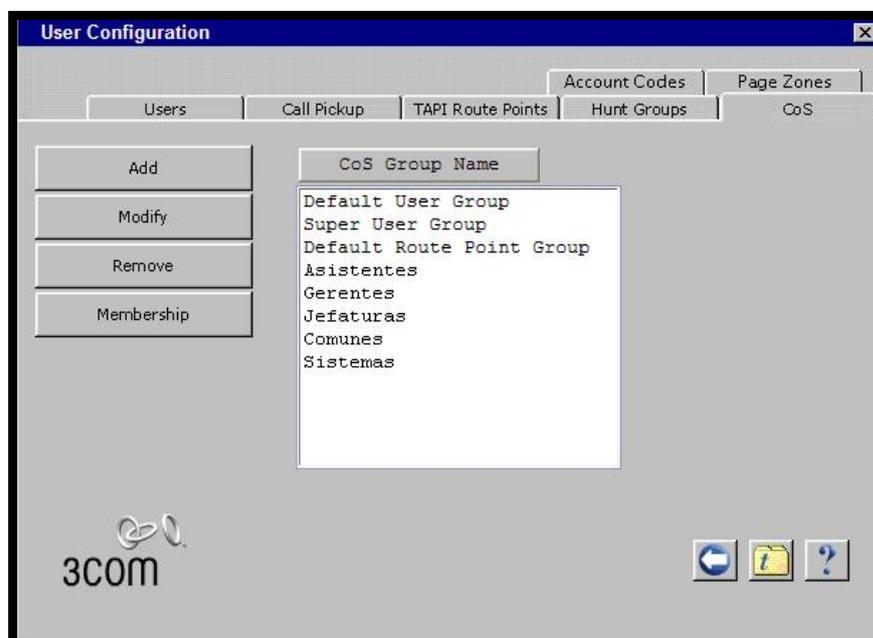


Fig. 4.19 Configuración Clase de Servicio

A la clase de servicio de los Gerentes se les dio los siguientes permisos de llamadas:

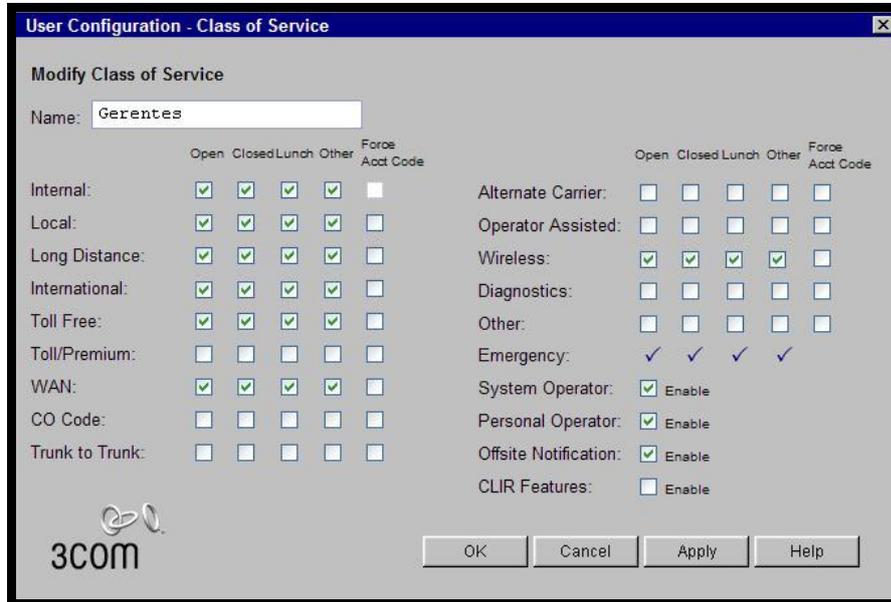


Fig. 4.20 Clase de Servicio de los Gerentes

A los asistentes tienen los siguientes permisos:

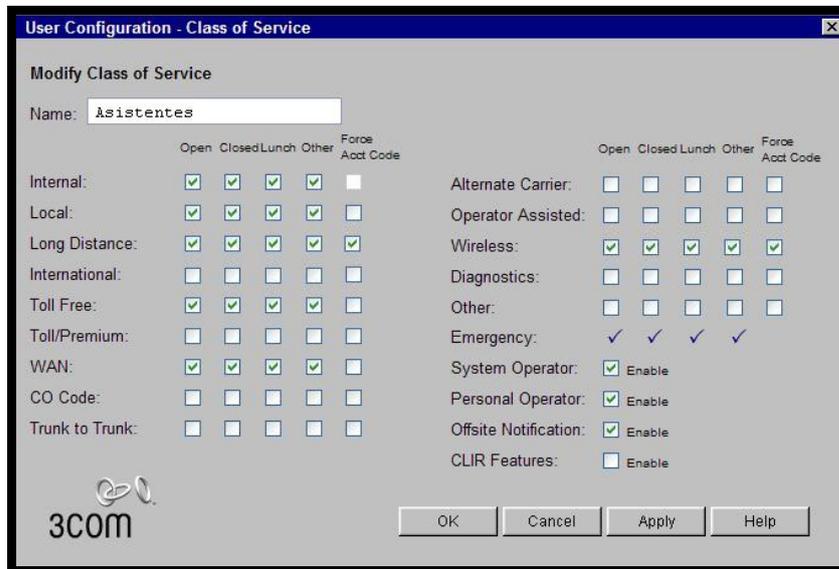


Fig. 4.21 Clase de Servicio de los Asistentes

A las Jefaturas se les asignó los siguientes permisos:

	Open	Closed	Lunch	Other	Force Acct Code
Internal:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Local:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Long Distance:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
International:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toll Free:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toll/Premium:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
WAN:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO Code:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trunk to Trunk:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Open	Closed	Lunch	Other	Force Acct Code
Alternate Carrier:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operator Assisted:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wireless:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diagnostics:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emergency:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
System Operator:	<input checked="" type="checkbox"/> Enable				
Personal Operator:	<input checked="" type="checkbox"/> Enable				
Offsite Notification:	<input checked="" type="checkbox"/> Enable				
CLIR Features:	<input type="checkbox"/> Enable				

Fig. 4.22 Clase de Servicio de las Jefaturas

Los códigos de cuenta son los números adicionales que los usuarios marcan para asociar llamadas a funciones, a fuentes o a destinaciones específicas.

En ICESA-ORVE se decidió asignar un código de cuenta a cada usuario, esto servirá para llevar un reporte de llamadas que los usuarios realizan, además de una estadística de por consumo telefónico, estos códigos de cuenta se hizo aleatoriamente.

En el momento que el usuario quiera realizar una llamada (dependiendo del tipo de llamada y la permiso de la clase de servicio al pedir el código de cuenta), antes de direccionar esta el sistema pedirá el código, si este es correcto podrá realizar la llamada.

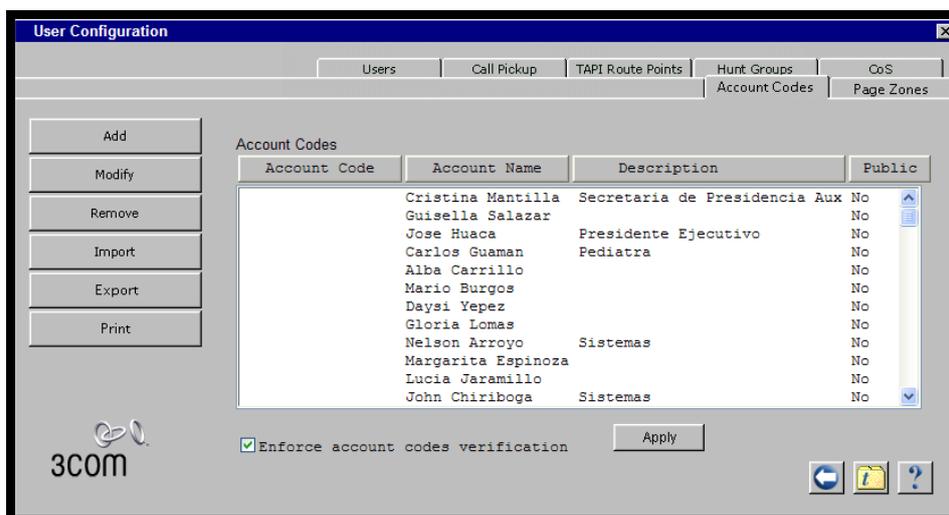


Fig. 4.23 Configuración de Account Codes

Al momento de crear el código es necesario que se habilite la opción de: Enforce account codes verification (verificar los códigos de cuenta) que aparece en la pantalla de administración de Account Code.

El código de cuenta se puede ingresar en un rango de dos (2) hasta dieciséis (16) dígitos, el sistema NBX implementado en ICESA-ORVE permite hasta 5000 códigos de cuenta de usuarios.

4.2.3.5. Configuración de dispositivos

4.2.3.5.1. Teléfonos IP

Para agregar un teléfono al sistema existen 2 opciones: por el método del auto – descubrimiento y el método manual.

- **Método Auto – descubrimiento:** El descubrimiento auto es el método más simple y más común de agregar un teléfono nuevo. Cuando permite auto - descubrimiento y después conecta un

teléfono nuevo de NBX con el LAN, el teléfono nuevo recibe el número de extensión disponible.

- **Método Manual:** Para este método se inhabilita el auto - descubrimiento y se configura los teléfonos que usan, manualmente. Sin embargo, si se tiene muchos teléfonos, la configuración manual puede ser un proceso aburrido.

Para modificar un teléfono:

1. Seleccione NBX **NetSet > Device Configuration > Telephones**
2. Seleccione un teléfono de la lista que quiera modificar
3. Hacer click en Modify y el cuadro de diálogo aparecerá
4. Cambie las características de lo teléfonos
5. Hacer click en Apply y acepte la modificación.

En la pantalla siguiente tiene la opciones de añadir, modificar, revisar, remover, y resetear un teléfono. Además de chequear en que estado se encuentra el teléfono se tiene la opción de añadir opciones de manejo de botones (Button Mappings) en caso de ser un teléfono ejecutivo, se tiene acceso a la información de configuración del teléfono.

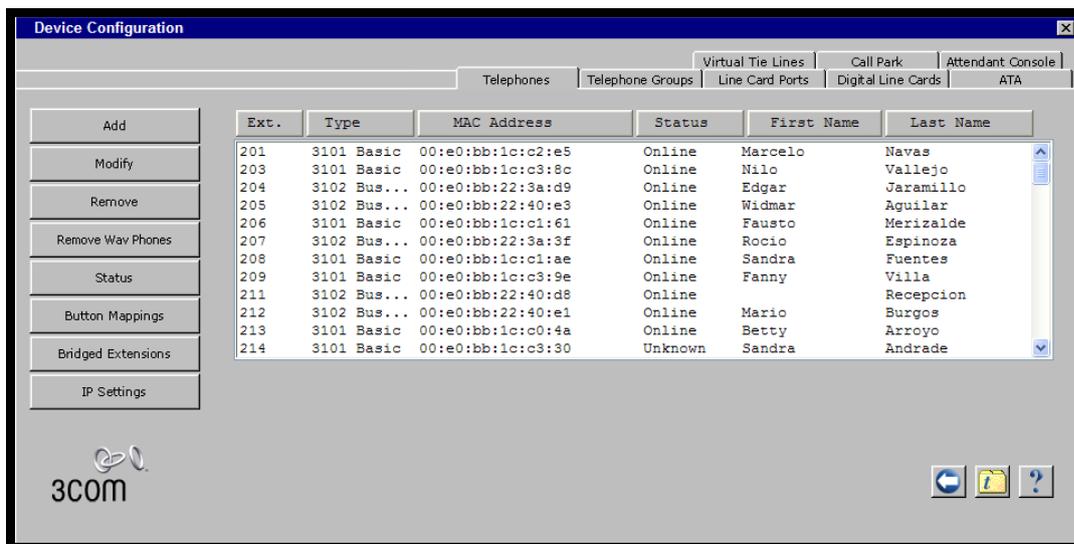


Fig. 4.24 Pantalla de administración para teléfonos

El NBX asistente consola proporciona opciones de botones y exhibe el estado actual de cada extensión, por ejemplo: si esta en uso o no.

En la NBX se puede configurar hasta 100 asistentes de consola.

Para añadir una consola:

1. Seleccione **NBX NetSet > Device Configuration > Attendant Console**
2. El cuadro de diálogo aparecerá.
3. Complete los datos para la consola.
4. Se aceptan los cambios realizados.

En la siguiente pantalla se tiene las opciones de añadir, modificar, revisar el estado en que se encuentra la consola, configuración y opciones de botones.

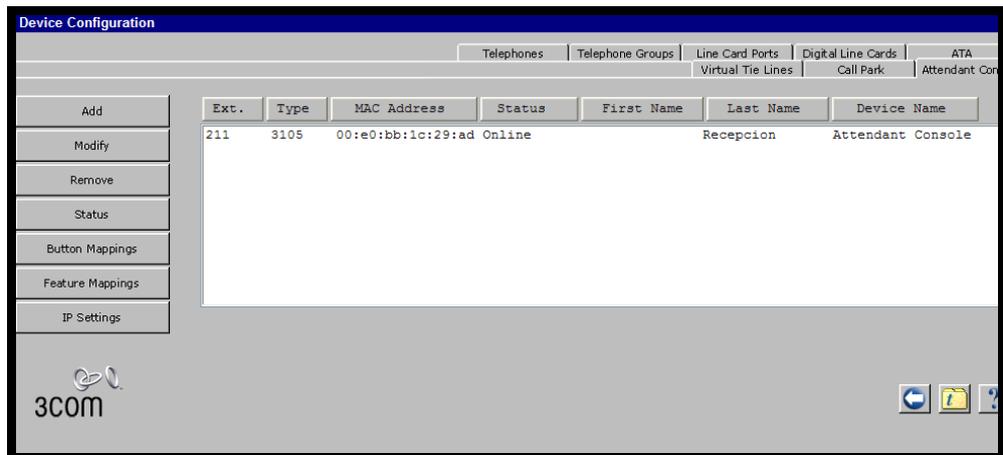


Fig. 4.25 Opciones de Asistente de Consola

El administrador del sistema puede crear perfiles de mapeo de funciones de botones en grupos de teléfonos o usuarios individuales.

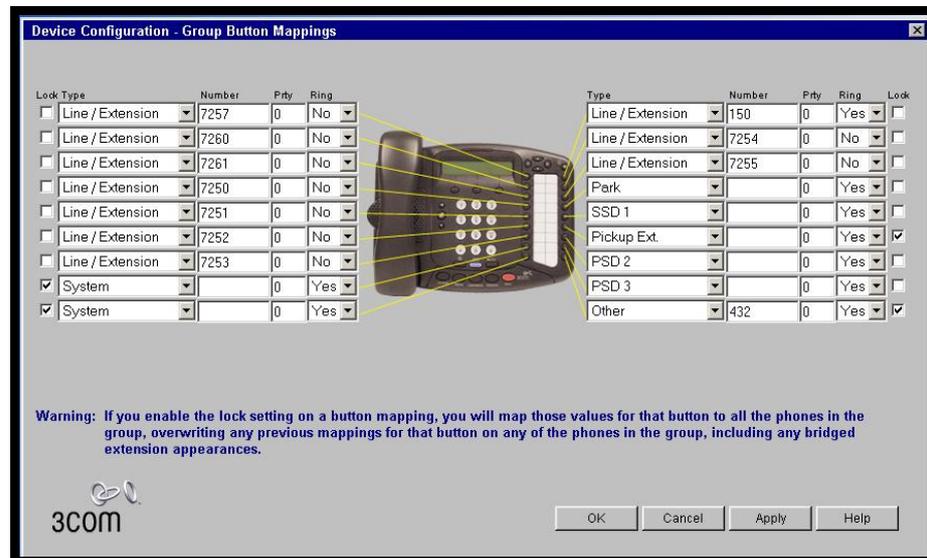


Fig. 4.26 Mapeo de botones en teléfono ejecutivo

4.2.3.5.2. Líneas Analógicas

Cada tarjeta de línea análoga de la NBX proporcione el acceso hasta cuatro líneas telefónicas locales. El procesador de llamadas trata cada puerto como una extensión.

Una vez conectado el sistema y habilitado el auto – descubrimiento para detectar puertos de tarjetas de línea, y las extensiones son de 3 dígitos las extensiones para cada línea telefónica empezará en 7250.

Si se retira una tarjeta del sistema sigue existiendo la información en la base de datos, las extensiones asignadas a los cuatro puertos no están disponibles para la reutilización, y se debería retirar la tarjeta del sistema por medio del NBX NetSet.

Para configurar una tarjeta automáticamente:

1. Seleccione **NBX NetSet > System Configuration**.
2. Click en Sytem-Wide. El cuadro de diálogo aparecerá.
3. Habilitar el Auto Discover Line Card
4. Y aceptar.

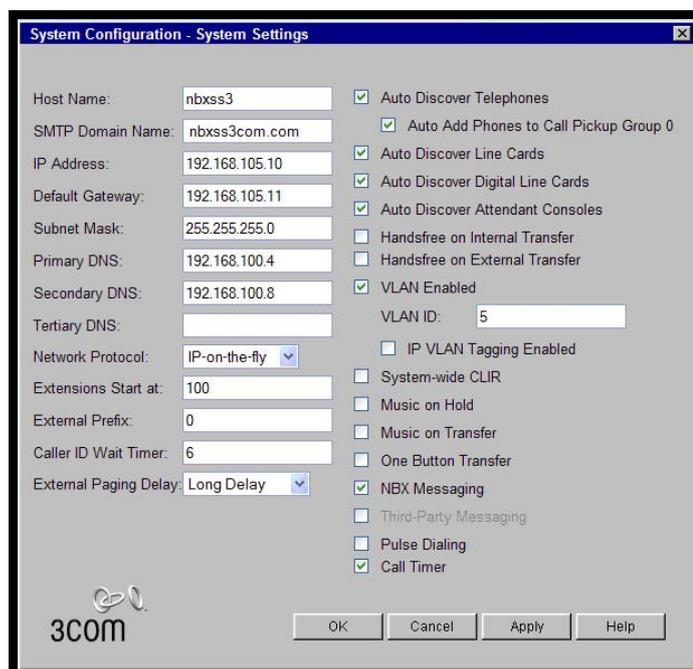


Fig. 4.27 Configuración automática de tarjeta analógica

Si se desea se puede configurar el Line Card Port manualmente y seleccionar todos los ajustes.

Para configurar:

1. Seleccione **NBX NetSet > Device Configuration > Line Card Ports**.
2. Click en Add.
3. En el cuadro de diálogo Add Line Card Port especifique la información del puerto y hacer click en OK.
4. Se tiene algunas opciones en este cuadro de diálogo.

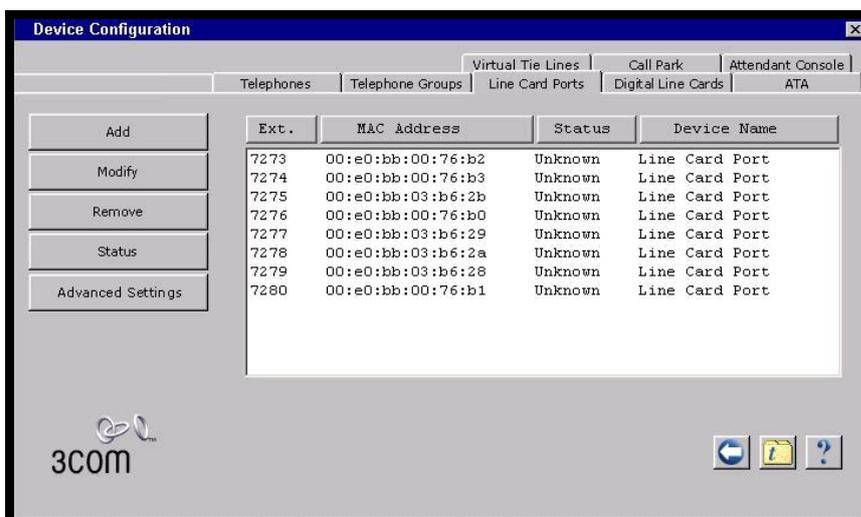


Fig. 4.28 Configuración manual de tarjeta analógica

Las líneas troncales que actualmente están conectadas a la central telefónica, cada una de estas líneas tiene definido una extensión (lista de extensiones):

En el chasis de la central telefónica hay 5 bahías, cada uno de estos con 4 puertos para troncales, sumados con los 5 bahías de otro chasis da un total de 40 líneas telefónicas, hasta el momento la empresa tiene 36 líneas telefónicas, el resto de puertos están actualmente libres.

4.2.3.6. Plan de marcado

La configuración del archivo del plan de marcado que implementa una traducción previa (manipulación de dígitos). El sistema envía varios archivos con la configuración del dial plan.

El archivo de configuración incluye varias tablas:

- Internas – Debe ser tabla ID 1
- Entrantes – Debe ser tabla ID 2

- Ruta de menor costo – Debe ser tabla ID 3
- Rutas
- Pre – Traductores

Nota: Se pueden crear más tablas si es necesario.

Cada tabla del dial plan consiste en una serie de entradas, cada uno de las cuales incluye una secuencia de dígitos y de la acción que realizará el sistema de NBX en respuesta a enviar o a recibir esos dígitos.

La base de datos del sistema NBX contiene un plan de marcado por defecto que se carga en la fábrica y se recarga automáticamente al momento que se enciende el equipo.

Si se carga un archivo modificado para la configuración del plan de marcado, estos datos se almacenan en la base de datos, y cuando se reinicia el sistema y se carga cualquier cambio realizado.

Adicionalmente se puede importar archivos de la configuración del plan de marcado como se puede exportar este archivo.

Antes de configurar totalmente el dial plan es importante definir bien si se requiere de 3 o 4 dígitos las extensiones, el auto-descubrimiento, ya que después si se puede modificar este archivo.

Para el plan de marcado se utiliza la traducción previa y el enrutamiento, la traducción es el proceso de traducir (o de manipular) dígitos marcados antes de que se pasen a la tabla correspondiente para el camino subsiguiente. Se puede

fijar el plan de marcado para realizar la traducción previa de llamadas entrantes o salientes y el enrutamiento especifica como una llamada alcanza su destino, se puede definir rutas para que el sistema utilice rutas de menor costo.

Las tablas que contiene el plan de marcado tienen la información que controla cómo el sistema encamina llamadas.

Cada tabla del plan de marcado contiene una secuencia de comandos. Estos comandos determinan colectivamente cómo se manejan las llamadas.

Nombre tabla	Id de tabla	Comando	Dig. Principales a recoger	# ident. De entrada tabla	Clase de Servicio	Caracteres mínimos y máximos A recoger	Prioridad	# de la ruta (facilidad de señal para marcar) de las tablas de encaminamiento
						Min Max		
Table Create	1	Internal 3 Digit Extensions						
/								
/								
TableEntry Create								
	1		1	1	Internal	3 3	0	0
TableEntry Create								
	1		2	2	Internal	3 3	0	0
TableEntry Create								
	1		3	3	WAN	3 3	0	6
TableEntry Create								
	1		4	4	Internal	3 3	0	0
TableEntry Create								
	1		5	5	Internal	3 3	0	3
TableEntry Create								
	1		7	6	Internal	3 3	0	0

Fig. 4.29 Descripción de la tabla principal del plan de marcado

Para acceder a las configuraciones del plan de marcado es **NBX NetSet >> Dial Plan >> Operations**, en este punto se encuentra con el dial plan por defecto y se puede modificar todo lo que se requiera.

Se maneja en el plan de marcado listas de extensiones que contiene los números de la extensión que se asignan y se dedican a tareas específicas de marcado o para los usos específicos de NBX (correo de voz, Auto Attendant, entre otros), o ambos. Se puede agregar una lista de la extensión para definir dispositivos tales como el fax.

Las listas de la extensión se numeran por defecto para comenzar en * 0001 con 3 o 4 dígitos. El número de la extensión por defecto es precedido por un asterisco (*). La lista de extensiones nunca se debe superponer.

```

////////////////////////////////////
/
/ NBX Dial Plan Configuration File
/ Generated from machine NBXICESA 129.200.9.12 owned by ICESA ORVE
/ Generated on TUE DEC 13 15:24:17 2006
/
////////////////////////////////////

/ First, delete all existing dialplan information

Table Delete *
DestinationRoute Delete *
TimedRoute Delete *
PreTranslator Delete *

/ Now, create all dialplan information

////////////////////////////////////
/   Settings
////////////////////////////////////

ExtensionLength 3
ExtensionRange Telephone 100 399
ExtensionRange Park 600 699
ExtensionRange AutoAttendant 550 559
ExtensionRange HuntGroup 400 499
ExtensionRange External 600 799

```

```

////////////////////////////////////
/ The ExtensionRange External Setting MUST include the Park range.
/ If the Call Park range is outside of the ExtensionRange External,
/ the Call Park feature will not work.
////////////////////////////////////
ExternalSettings 9 700 500

////////////////////////////////////
/   Dial Plan Tables
////////////////////////////////////

Table Create 1 Internal 4 Digit Extensions
/           Id Entry Digits   Min Max Class      Prio Route
/           - - - - -
TableEntry Create 1 1 0       1 1 Internal      0 4
TableEntry Create 1 2 1       3 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 3 2       3 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 4 3       3 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 5 4       3 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 6 500     3 3 Internal      0 3
TableEntry Create 1 7 55      3 3 Internal      0 3
TableEntry Create 1 8 6       3 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 9 7       3 3 Diagnostics   0 0
TableEntry Create 1 10 9      8 12 Local        0 1
TableEntry Create 1 11 75     2 3 Internal      0 0
TableEntry Create 1 12 901    3 64 International 0 11
TableEntry Create 1 13 902    3 14 LongDistance 0 9
TableEntry Create 1 14 903    3 14 LongDistance 0 9
TableEntry Create 1 15 905    3 14 LongDistance 0 9
TableEntry Create 1 16 906    3 14 LongDistance 0 9
TableEntry Create 1 17 907    3 14 LongDistance 0 9
TableEntry Create 1 21 911    3 3 Emergency     0 1
TableEntry Create 1 22 91800  11 11 TollFree    0 1
TableEntry Create 1 23 91700  11 11 Toll        0 11
TableEntry Create 1 24 91900  11 11 Toll        0 11
TableEntry Create 1 25 9101   4 4 Local         0 1
TableEntry Create 1 26 9104   4 4 Local         0 1
TableEntry Create 1 27 9105   4 4 International 0 11
TableEntry Create 1 28 9116   4 4 International 0 11
TableEntry Create 1 29 9911   4 4 Emergency     0 1
TableEntry Create 1 30 9132   4 4 Local         0 1
TableEntry Create 1 31 9*     4 4 COCode       0 1
TableEntry Create 1 32 900    3 64 International 0 11
TableEntry Create 1 33 909    3 10 Wireless     0 10

```

```

TableEntry Create 1 34 908 3 10 Wireless 0 10

Table Create 2 Incoming 4 Digit DID and Auto At
/      Id Entry Digits  Min Max Class  Prio Route
/      -----
TableEntry Create 2 1 0 1 1 Internal 0 4
TableEntry Create 2 2 1 3 3 Internal 0 0
TableEntry Create 2 3 2 3 3 Internal 0 0
TableEntry Create 2 4 3 3 3 Internal 0 0
TableEntry Create 2 5 4 3 3 Internal 0 0
TableEntry Create 2 6 500 3 3 Internal 0 3
TableEntry Create 2 7 55 3 3 Internal 0 3
TableEntry Create 2 8 88 2 14 TrunkToTrunk 0 9

Table Create 3 Least Cost Routing

////////////////////////////////////
/      Routes
////////////////////////////////////

/      Route Description
/      -----
DestinationRoute Create 1 LocalCO
DestinationRoute Create 2 LocalCOnoStrip
DestinationRoute Create 3 Voice Application
DestinationRoute Create 4 Attendant
DestinationRoute Create 5 H323 ConneXtions Ports
DestinationRoute Create 8 8 Pool
DestinationRoute Create 9 lineas con salida nacional
DestinationRoute Create 10 lineas con salida celular
DestinationRoute Create 11 lineas con salida internacional

/      Route Entry DestinationExtension
/      -----
DestinationRouteEntry Create 1 1 *0001
DestinationRouteEntry Create 1 2 *0002
DestinationRouteEntry Create 2 1 *0001
DestinationRouteEntry Create 2 2 *0002
DestinationRouteEntry Create 3 1 *0003
DestinationRouteEntry Create 4 1 *0004
DestinationRouteEntry Create 5 1 *0005
DestinationRouteEntry Create 8 1 *0008
DestinationRouteEntry Create 9 1 *0009
DestinationRouteEntry Create 10 1 *0010
    
```

```

DestinationRouteEntry Create 11 1 *0011

/
Route Entry OperId Operation Value
/
-----
DestinationRouteOperation Create 1 1 1 stripLead 1
DestinationRouteOperation Create 1 2 1 stripLead 1
DestinationRouteOperation Create 8 1 1 stripLead 1
DestinationRouteOperation Create 9 1 1 stripLead 1
DestinationRouteOperation Create 10 1 1 stripLead 1
DestinationRouteOperation Create 11 1 1 stripLead 1

/////////////////////////////////////////////////////////////////

/ Pretranslators
/////////////////////////////////////////////////////////////////

PreTranslator Create 1 5Digit DDI 4Digit Internal
/ PreTransId Entry Digits
/
-----
PreTranslatorEntry Create 1 1 1
PreTranslatorEntry Create 1 2 2
PreTranslatorEntry Create 1 3 3
PreTranslatorEntry Create 1 4 4
PreTranslatorEntry Create 1 5 5
PreTranslatorEntry Create 1 6 6
PreTranslatorEntry Create 1 7 7
PreTranslatorEntry Create 1 8 8
PreTranslatorEntry Create 1 9 9
PreTranslatorEntry Create 1 10 0

/
PreTransId Entry OperId Operation Value
/
-----
PreTranslatorOperation Create 1 1 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 2 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 3 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 4 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 5 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 6 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 7 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 8 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 9 1 stripLead 1
PreTranslatorOperation Create 1 10 1 stripLead 1

/ End of configuration

```

```

////////////////////////////////////
/ Configuration file command syntax guide:
/ Table Create {nTableId} {szDescription}
/ Table Delete {nTableId}
/ TableEntry Create {nTableId} {nEntryId} {szDigits}
/           {nMinDigits} {nMaxDigits} {szCallClass}
/           {nPriority} {nRouteId}
/ TableEntry Delete {nTableId} {nEntryId}
/ DestinationRoute Create {nRouteId} {szDescription}
/ DestinationRoute Delete {nRouteId}
/ DestinationRouteEntry Create {nRouteId} {nEntryId} {szExtension}
/ DestinationRouteEntry Delete {nRouteId} {nEntryId}
/ DestinationRouteOperation Create {nRouteId} {nEntryId} {nOperId}
/           {szOperation} {szValue}
/ DestinationRouteOperation Delete {nRouteId} {nEntryId} {nOperId}
/ TimedRoute Create {nRouteId} {nDefaultDestinationRouteId} {szDescription}
/ TimedRoute Delete {nRouteId}
/ TimedRouteEntry Create {nRouteId} {nEntryId} {szStartTime} {szEndTime}
/           {szDaysOfWeek} {nDestinationRouteId}
/ TimedRouteEntry Delete {nRouteId} {nEntryId}
/ TimedRouteOperation Create {nRouteId} {nEntryId} {nOperId}
/           {szOperation} {szValue}
/ TimedRouteOperation Delete {nRouteId} {nEntryId} {nOperId}
/ PreTranslator Create {nPreTranslatorId} {szDescription}
/ PreTranslator Delete {nPreTranslatorId}
/ PreTranslatorEntry Create {nPreTranslatorId} {nEntryId} {szDigits}
/ PreTranslatorEntry Delete {nPreTranslatorId} {nEntryId}
/ PreTranslatorOperation Create {nPreTranslatorId} {nEntryId} {nOperId}
/           {szOperation} {szValue}
/ PreTranslatorOperation Delete {nPreTranslatorId} {nEntryId} {nOperId}
/ PreTranslatorISDNNumberType {nPreTranslatorId} {nISDNNumberType}
/ ExtensionLength {nExtensionLength}
/ ExtensionRange {szExtensionType} {szLowestExtension} {szHighestExtension}
/ ExternalSettings {szExternalKeysetPrefix} {szFirstAutoDiscoverExtension}
/           {szDefaultAutoExtension}
/ Notes: 1. Each command must be entered on one line.
/        2. Commands are case insensitive.
/        3. Tabs and spaces are ignored except in szDescription arguments.
/        4. The {} shown enclosing command argument names should not
/           be included in commands.
/        5. Command arguments beginning with n must be numbers.
/        6. Command arguments beginning with sz are strings.

```

```

/ 7. nTableId 1 is the default Internal 3 digit dial plan table.
/ 8. nTableId 2 is the default Incoming 3 digit dial plan table.
/ 9. nTableId 3 is the default LCR dial plan table. (If used the
/   LCR table is checked first, if no entry exists, string is then
/   run through the associated internal dial plan.
/ 10. szExtension *0001 is the default Line Card Port extension list
/ 11. szExtension *0002 is the default T1 extension list
/ 12. szExtension *0003 is the default Voicemail extension list
/ 13. szExtension *0004 is the default Attendant extension list
/   (The lowest telephone extension that is Auto-discovered will
/   populate)
/ 14. szExtension *0005 is the default H323 extension list
/ 15. szExtension *0008 is the default 8 Pool extension list
/   (for backward compatibility, 8 Pool from R1.x upgrades)
/ 16. szOperation can be: stripLead stripTrail replace prepend append
/ 17. szCallClass can be: Internal Local LongDistance International WAN
/   TollFree Emergency COCode Other Wireless Toll
/   AlternateLong Operator TrunkToTrunk Diagnostics
/   NotAllowed
/ 18. route 0 always means look up internal device by extension
/ 19. szStartTime and szEndTime are military time 00:00 through 23:59
/ 20. szStartTime and szEndTime can be: open closed lunch other
/   (if specifying a system mode, both must be the same mode)
/ 21. szExtensionType can be: telephone, park, autoAttendant, huntGroup,
/   external, page
/ 22. nISDNNumberType types for ETSI are as follows: (0, default) unknown;
/   (1) international; (2) national; (3) network; (4) subscriber
///////////////////////////////////////////////////////////////////

```

Fig. 4.30 configuración total del Plan de Mercado

En el Dial Plan se administran para realizar todas las llamadas salientes por ejemplo:

- Local : Llamada local
- Long Distance: Llamada regional o larga distancia
- Internacional : A otros países
- Wireless : Llamadas a celular
- Toll free : 1800

- Toll Premium: 1900
 - Other : 1700
- Con el 901, 900, 9105, 9116 se pueden realizar llamadas internacionales y se acepta la entrada de mínimo 4 dígitos y un máximo de 32 dígitos.
 - 901 XXXXXXXXXXXX es para llamadas internacionales de 4 a 32 dígitos
 - 900 XXXXXXXXXXXX es para llamadas internacionales de 4 a 32 dígitos
 - 9105 y 9116 para solicitar llamadas internacionales a la operadora local.
 - Con el 90x es para realizar llamadas regionales o larga distancia y se acepta un mínimo de 3 y un máximo de 10 dígitos.

902 XXXXXXXX

903 XXXXXXXX

905 XXXXXXXX

906 XXXXXXXX

907 XXXXXXXX

Por ejemplo para llamar al número 2508593, perteneciente a la ciudad de Quito, debemos marcar: 9 + 02 + 2508593

9 Para salir

02 Código de área

2508593 Número telefónico

10 Dígitos deben ser marcados

- Para llamadas a teléfonos celulares tenemos:

909 XXXXXXXX

908 XXXXXXXX

Ejemplo, para llamar al número celular: 096185753 debemos marcar en el teléfono: 9 + 09 + 6185753

Se tiene además que para llamar a las líneas 1700, 1800 se deberá marcar:

91800 XXXXXXXX

91700 XXXXXXXX

Así mismo para todas las llamadas se maneja un mínimo y máximo de números a marcar y permitidos por el sistema de la Central Telefónica.

4.2.3.7. Pruebas de funcionamiento

Para dar por aprobado el buen funcionamiento de la solución a nivel de telefonía básica, es decir, lo que comprende en la comunicación de voz dentro de la red local, como también a través de la red de telefonía pública.

Estas pruebas deben ser aprobadas por ICESA-ORVE y detalladas a continuación:

Prueba No.	Descripción de la Prueba	Resultado
1	Acceso vía Web a la administración de la central telefónica.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
2	Ingreso de las licencias de los teléfonos.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
3	Reconocimiento de las tarjetas analógicas.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
4	Reconocimiento de los 121 teléfonos NBX.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>

Prueba No.	Descripción de la Prueba	Resultado
5	Asignación correcta de número de extensión a los usuarios	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
6	Comunicación de voz sólo dentro de la red local	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
7	Funcionó el identificador de llamada local	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
8	Comunicación de voz a través de la red de telefonía pública.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
9	Permisos de comunicación de los usuarios de acuerdo a la clase de servicio.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
10	Petición del código de cuanta dependiendo del usuario.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
11	Mensaje de operadora automática para las llamadas entrantes al sistema.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
12	Funciones básicas de los teléfonos: Llamada en espera, transferencia y remarcado.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>
13	Comunicación de voz a través de la red WAN.	Pasó <input type="checkbox"/> Falló <input type="checkbox"/>

Tabla 4.16 Detalle de pruebas de funcionamiento

4.2.4. Aplicaciones y Servicios (Capa de Aplicaciones)

Dentro de la solución NBX existen aplicaciones de Software, como el asistente de llamadas, que permiten optimizar el uso del teléfono para el mejoramiento de la productividad de los empleados en la planta. También, existen servicios, como por ejemplo los grupos de caza, los cuales brindan una rápida atención a clientes, y

miembros, de la compañía durante la solicitud de un servicio específico de un área de trabajo.

4.2.5. Capa de Aplicaciones

4.2.5.1. Integración de la Telefonía en la computación

El CTI (Computer Telephony Integration) es la tecnología que permite la interacción entre el teléfono y la computadora para integrar medios de comunicación como correo de voz, servicios Web, fax y entre otros.

Ejemplos de aplicaciones de CTI podrían ser que el teléfono timbre y automáticamente se muestra una ventana emergente indicando una llamada entrante y su identificación. Otro caso sería el pulsar el número telefónico de un contacto, en el libro electrónico de contactos, para que la llamada se realice.

El principal componente del CTI es el TAPI (Interfaz de Programación de Aplicaciones de Telefonía), el cual es un conjunto de funciones y procedimientos que permiten a un programa acceder a un servicio específico usando comunicación telefónica sin necesidad de desarrollar un nuevo software para esta tarea. Fue creado por Microsoft e Intel en 1993, por lo tanto TAPI soporta sistemas operativos desarrollados por Microsoft.

4.2.5.2. Asistente de llamadas para escritorio

El asistente de llamadas para escritorio permite a los usuarios administrar el teléfono NBX desde el ambiente Windows de Microsoft. Este usa el TAPI para realizar operaciones como transferencia, conferencia, y parqueo de llamadas

desde la pantalla del computador e integra una aplicación para acceder al sistema de directorio de usuarios.

Esta aplicación posee las siguientes características:

- Registro de llamadas entrantes y salientes con su respectivo identificación.
- Cada registro muestra la duración de la llamada.
- Muestra un icono de llamadas perdidas.
- Personalización de la lista de contactos.
- Compatible con los sistemas operativos Windows 98/2000/NT/XP.
- Disponible desde el NetSet de la NBX.

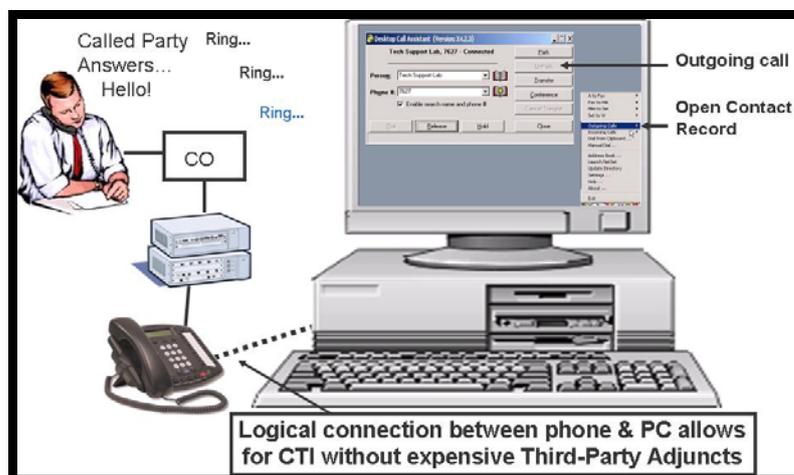


Fig. 4.31 Asistente de llamadas de escritorio

4.2.5.3. Mensajería Unificada

Cuando se añade un nuevo usuario al sistema, este automáticamente crea una caja de correo para ese usuario, el usuario debe configurar su saludo personal y

crear una contraseña para que solo el usuario pueda escuchar los mensajes, además con la configuración del correo el usuario entra al directorio de nombres para la búsqueda por nombre en el directorio.

Para configurar los mail, seleccionamos NBX Messaging > NBX Voice Mail.

Máximo Número de Mensajes	<p>Un mensaje por lo general 20 a 30 segundos.</p> <p>Por defecto: 30 mensajes</p> <p>Máximo: 512 mensajes</p> <p>Mínimo: 1 mensaje</p>
Retención Nuevo Mensaje (días)	<p>El sistema no borra el mensaje del todo, sin antes realizar un proceso</p> <p>Por defecto: 30 días</p> <p>Máximo: 1826 días (5 años)</p> <p>Mínimo: 1 día</p>
Longitud de un mensaje	<p>La longitud máxima de un mensaje en minutos:</p> <p>Por defecto: 5 minutos</p> <p>Máximo: 10 minutos</p> <p>Mínimo: 1 minuto</p>

Tabla 4.17 Parámetros de mensajería de voz

Para realizar la conexión del correo con la central telefónica se configuró de la siguiente forma:

Creamos una cuenta de correo en Outlook Express

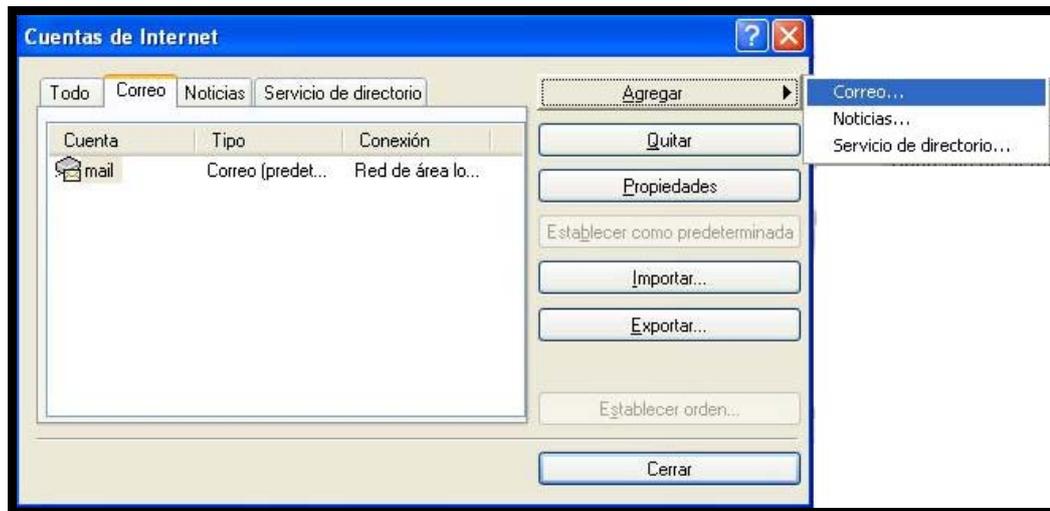


Fig. 4.32 Creación de cuenta de correo de voz 1

Creamos la cuenta con el nombre de la persona que le pertenece la cuenta del correo, en este caso el nombre que aparece en la pantalla.

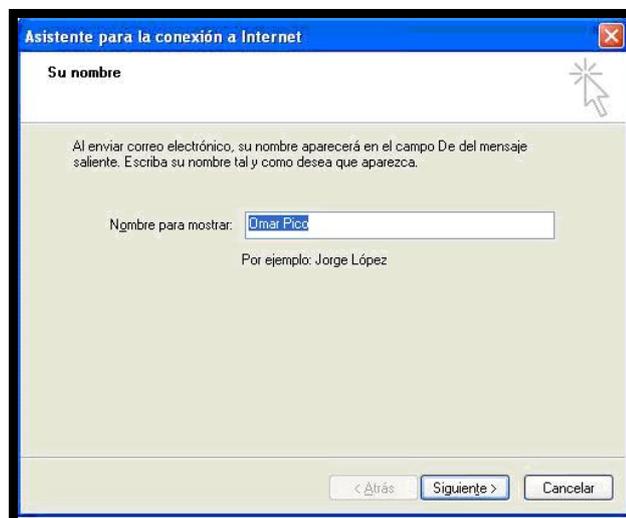


Fig. 4.33 Creación de cuenta de correo de voz 2

A continuación escogemos el servidor de correo entrante: IMAP, y la dirección IP de la central telefónica con la que se realizan la conexión.

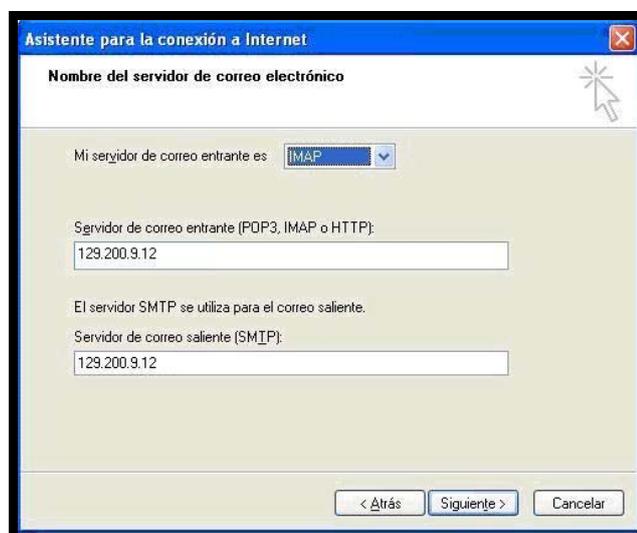


Fig. 4.34 Creación de cuenta de correo de voz 3

Como la conexión realizada es para que el usuario pueda revisar sus mensajes de voz localizados en su teléfono IP en su cuenta de su correo electrónico, en este caso la cuenta es el número de extensión asignado a su teléfono IP.

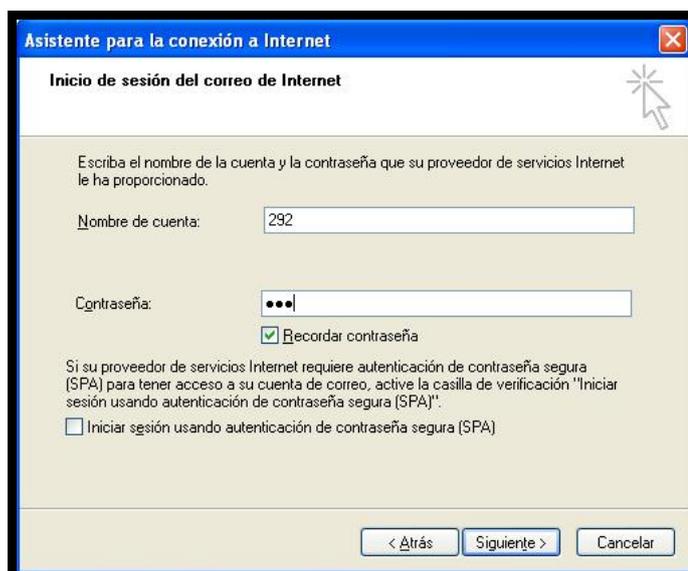


Fig. 4.35 Creación de cuenta de correo de voz 4

Si la conexión tuvo éxito no habrá ningún mensaje de error, y saldrá un mensaje que pide que acepte para descargar todas las carpetas del servidor agregado, luego aparece el correo electrónico de de mensaje agregado.

4.2.5.4. Reporte detallado de llamadas

El sistema de NBX proporciona un listado del directorio de todas las extensiones del teléfono en el sistema.

Si una llamada es tomada por el auto-asistente, el llamador puede buscar en este mismo directorio a la persona usando el directorio telefónico para mecanografiar las primeras letras del nombre de la persona. Solamente los correos de voz configurados tienen acceso a este directorio.

El sistema NBX también brinda una lista de los dispositivos y de las funciones tales como teléfonos, puertos de la tarjeta en línea, puertos del correo de voz, extensiones del parqueo de llamada, y grupos que se estén utilizando actualmente.

Para visualizar e imprimir un informe de los dispositivos del sistema, seleccione

Reports > Device List.

Date	Call #	Recor	Call Ts	Orig Id	Orig N	Orig D	Accou	Dest Id	Dest	Dest C	Start T	uration	Call D.	Notes	Call #	Call #	Auth C	mplete	Hunt Group
4/20/01	9	0	0	100	Admin			753	Line C		3:45:0	59	17814		9	-1		1	
4/20/01	8	0	0	101	Herb F	Wirele		753	Line C		3:17:5	418	17812		8	-1		1	
4/20/01	7	0	1	753	Line C			100	Admin		3:10:4	4			0	6		1	
4/20/01	6	0	1	753	Line C			654	Voicer		3:10:2	21	AA		0	0		0	
4/20/01	5	0	1	753	Line C			102	Rache		1:48:2	8			0	0		1	
4/20/01	4	0	0	102	Rache			753	Line C		1:45:0	31	15082		4	-1		1	
4/20/01	3	0	0	102	Rache			753	Line C		1:44:3	27	91508		3	-1		1	
4/20/01	2	0	0	102	Rache			753	Line C		1:44:0	15	31197		2	-1		1	
4/20/01	1	0	0	102	Rache			753	Line C		1:43:0	29	91508		1	-1		1	

Fig. 4.36 Detalle de llamadas

La información a cerca de las llamadas entrantes, y salientes, son capturadas por el procesador de llamada de NBX.

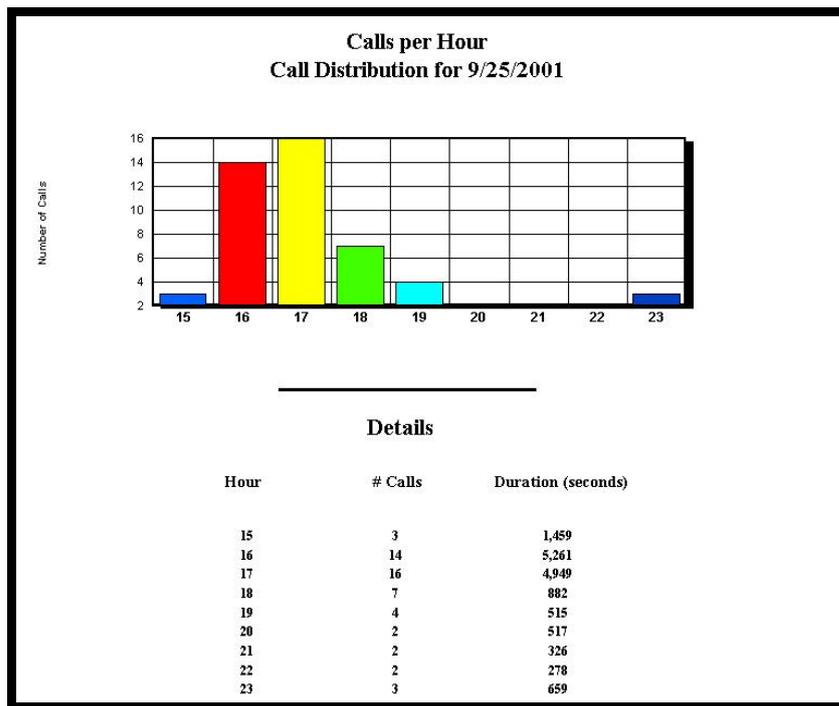


Fig. 4.37 Reporte gráfico de llamadas

4.2.5.5. Grupos de Caza (Hunt Group)

Los grupos de caza (Hunt Group) es un concepto de telefonía que se refiere al método con el cual se distribuyen las llamadas desde una línea telefónica hacia un grupo de teléfonos. Específicamente se refiere al proceso de selección del primer teléfono disponible que reciba la llamada entrante.

El sistema NBX soporta hasta 100 grupos de caza con un total de 199 dispositivos por grupo. Esta opción de configuración es muy útil para grupos de atención de llamadas como son el de "Reclamos" y "Soporte Técnico" dentro de ICESA-ORVE.

Existen 2 tipos de grupos de caza que se describen a continuación:

Grupo de caza Lineal

Cuando una llamada es direccionada a un grupo de caza lineal, el primer teléfono en recibirla, es el que posee la extensión de más alta prioridad. Luego de un número determinado de veces, salta al siguiente teléfono si el primero está ocupado o no contestó la llamada. El ciclo culmina con el último teléfono de la escala lineal

Grupo de caza circular

Similar al grupo de caza lineal, la diferencia consiste que los saltos de recepción de llamadas se realizan de manera circular por todas extensiones, hasta un llegar a una valor de agotamiento en el tiempo.

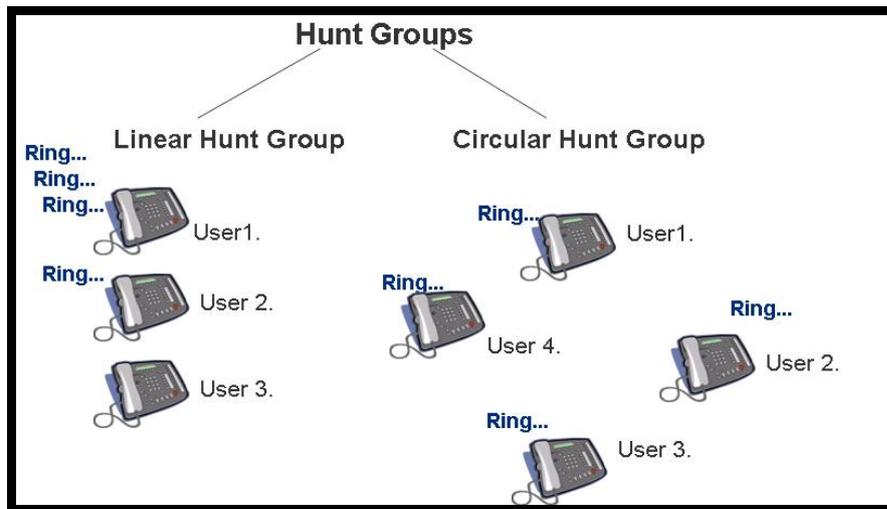


Fig. 4.38 Tipos de Grupos de Caza

CAPÍTULO 5

ANALISIS DE LA SOLUCION IMPLEMENTADA Y RECOMENDACIONES EN EL CRECIMIENTO DE SU INFRAESTRUCTURA

5.1. Estudio del tráfico y consumo del ancho de banda

5.1.1. Mediciones en la red Wan

Después de instalar la solución NBX en la matriz de ICESA-ORVE, se distribuyeron entre las distintas sucursales, teléfonos NBX, para obtener comunicación de voz sobre IP en cada uno de esos sitios. Entonces, con el fin de optimizar el consumo de ancho de banda en estos enlaces, se decidió usar el codec G.729 en los teléfonos NBX, con el cual se debería obtener una tasa de 26.4 Kbps, de acuerdo al fabricante, a través de un enlace Frame-Relay.

Para comprobar el consumo de tráfico de voz, generado entre un teléfono NBX de matriz y uno de alguna sucursal, se procedió a colocar un equipo de medición, como el NetEnforcer AC-402 de la marca Allot⁽²⁹⁾. Para constatar el consumo de tráfico de voz sobre IP en dichos enlaces, teniendo como resultado el mostrado en las siguientes gráficas:

⁽²⁹⁾ Para mayor información acerca del equipo consultar: NetEnforcer Policy Based Bandwidth Management User Guide Version 5.2

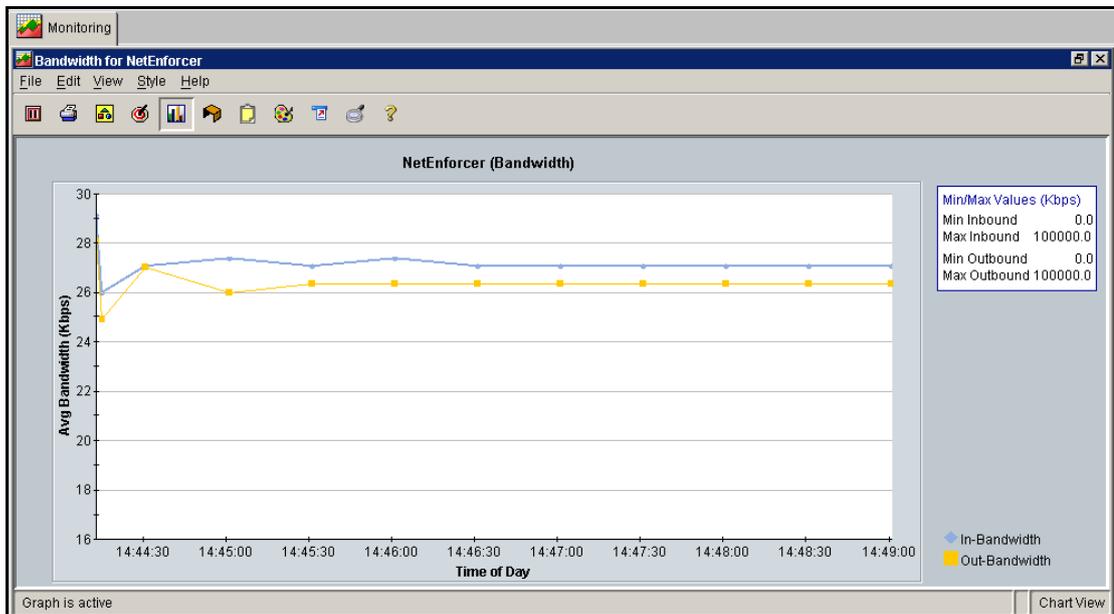


Fig. 5.1 Consumo de tráfico en un canal de con el Codec G.729

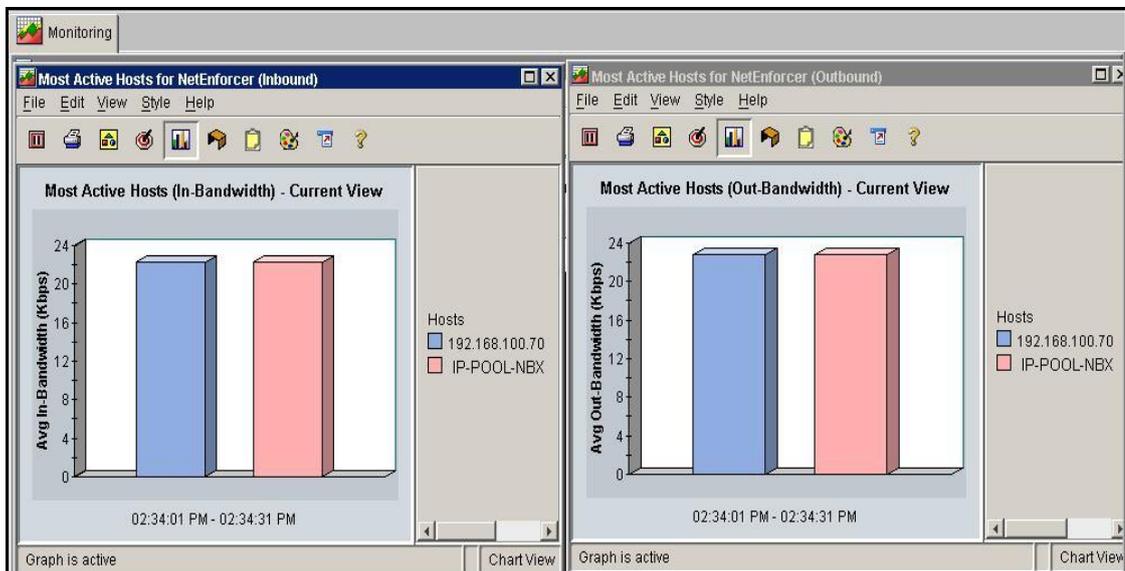


Fig. 5.2 Consumo de tráfico en un canal de VoIP con el Codec G.729

El resultado de las mediciones, para el tráfico unidireccional, fue una tasa promedio de 24.5 Kbps, del cual se obtiene un error relativo de 7.2 %.

Utilizando las formulas del **capítulo 2.3.2.6**, con el valor de ancho de banda de 26.4 Kbps, se determinó una capacidad de transmisión de 50 pps (paquetes por segundo) en un canal de voz o de manera unidireccional.

Considerando que en la red de datos ICESA-ORVE se tuviera un teléfono IP por cada nodo remoto, podría ocurrir el evento en que se procese en el nodo matriz 34 llamadas simultaneas lo que equivaldría a un tráfico total de 3.4 kpps. Este tráfico equivaldría al 11.3 % de la capacidad, de desempeño total, de un router CISCO 2620 (uno de los tres que posee la matriz).

5.1.2. Muestreo en la red Lan

De igual manera como se estudió el tráfico a través de los enlaces, o redes WAN de ICESA-ORVE, se debe muestrear el tráfico de Voz en la red LAN de matriz para determinar la existencia de congestión. Para aquello, al igual que en la Medición en la red WAN, se colocó el equipo Netenforcer AC-402 para monitorear este tráfico entre un teléfono y el puerto de acceso del conmutador.

Considerando que en una red LAN Ethernet se tiene una gran disponibilidad de ancho de banda (10/100 Mbps), se escogió el codec G.711, de esta manera se obtiene una alta calidad de voz con un consumo de 83 kbps para voz sobre Ethernet (VoE) y 87 Kbps para voz sobre IP (VoIP), de acuerdo al fabricante, por teléfono NBX.

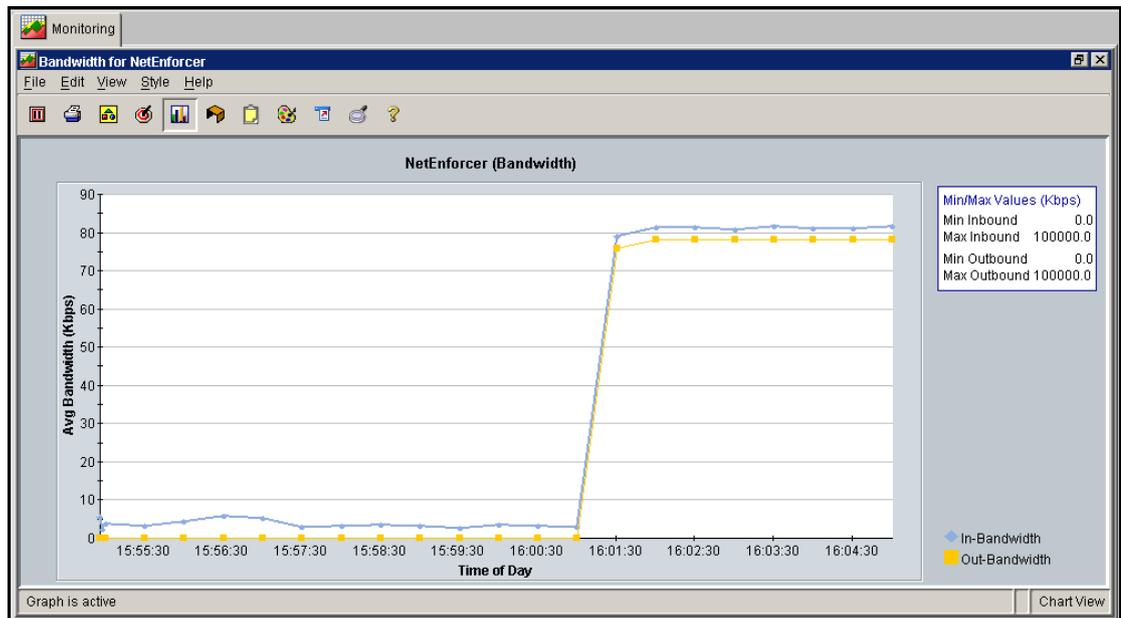


Fig. 5.3 Consumo de tráfico en un canal de VoE con el Codec G.711

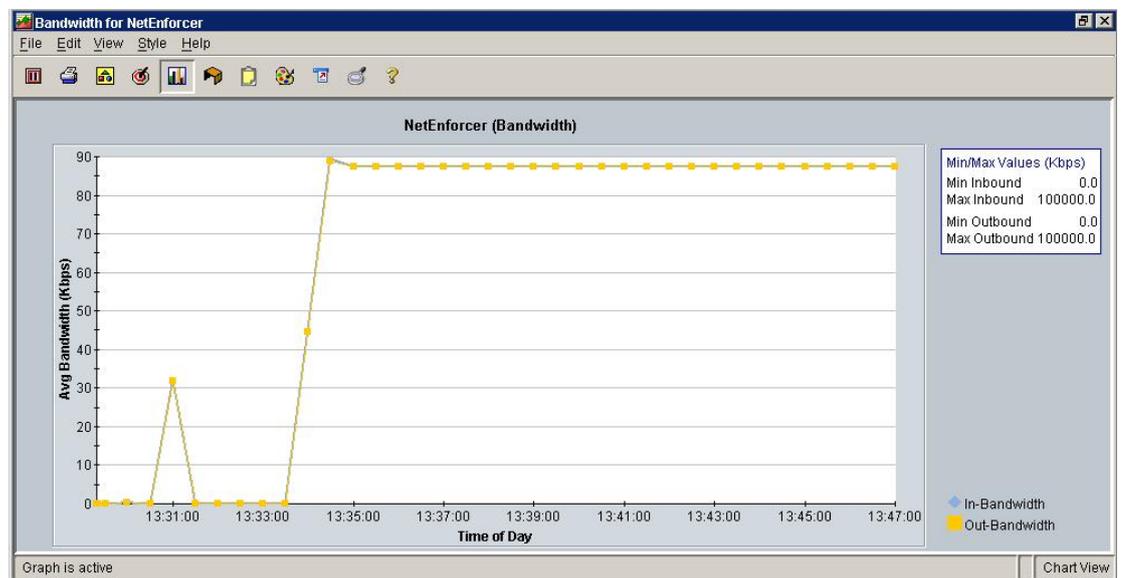


Fig. 5.4 Consumo de tráfico en un canal de VoIP con el Codec G.711

Utilizando las formulas del capítulo 2.3.2.6, con el valor de ancho de banda de 87 Kpbs, se determinó una capacidad de transmisión de 50 pps en un canal de voz. Por lo tanto, si se llegase a tener 24 llamadas simultaneas, en cualquiera de los conmutadores basados en su capacidad de puertos físicos, esto equivaldría a un total de 2.4 kpps de tráfico lo que vendría a ser inferior al 1 % del desempeño de los equipos ya mencionados.

5.2. Observación del costo/beneficio de la solución implementada

Después de instalar la central telefónica IP en la planta de ICESA-ORVE, y ubicar un teléfono en cada sucursal de la ciudad de Guayaquil (9 en total), se obtuvo una reducción de 22,6% en el consumo mensual de llamadas en las facturas de telefonía pública de estos sitios, equivalente a un ahorro mensual de \$ 1239,88, de mantenerse constante este valor se podría estimar una cifra de \$ 14878,52 anuales.

Otro beneficio obtenido es la diferencia en los costos de operación entre la antigua central Panasonic KX-TD500 y la nueva central IP NBX V5000, es decir, que los gastos de operación en la central Panasonic fueron mayores a la nueva solución de telefonía IP dando como resultado un ahorro en la operación de esta última.

A continuación se muestra una tabla con los costos y beneficios implicados en la solución:

Costos	
Adquisición de la solución	\$ 35.000,00
Extensión de garantía y soporte en la central telefónica IP (duración: 5 años)	\$ 6.730,00
Beneficios	
Ahorro en el consumo anual de telefonía pública	\$ 14.878,52
Ahorro anual del mantenimiento y operación de la nueva solución	\$ 56,56

Tabla 5.1 Cifras de costos y beneficios de la solución

Durante los próximos cinco se obtendría la siguiente proyección:

Año	Costos	Beneficios	Ahorro Anual	Ahorro Acumulado
0	\$ 35.000,00		\$ -35.000,00	\$ -35.000,00
1	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ -20.064,92
2	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ -5.129,84
3	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 9.805,24
4	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 24.740,32
5	\$ 6.730,00	\$ 14.935,08	\$ 8.205,08	\$ 32.945,40
6	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 47.880,48
7	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 62.815,56
8	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 77.750,64
9	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 92.685,72
10	\$ -	\$ 14.935,08	\$ 14.935,08	\$ 107.620,80

Tabla 5.2 Proyección de la solución a 10 años

Dado el alto costo de la inversión, se ha considerando una tasa de interés de descuento del 15% anual, la cual es la tasa de retorno mínima atractiva del para este proyecto; y de acuerdo a la notación estándar de matemáticas financieras aplicamos la siguiente formula de Costo Beneficio:

$$B/C = \text{Beneficios} / \text{Costos}$$

$$B/C = VP (\text{Beneficios}) / [\text{Inversión} + VP (\text{Operación y mantenimiento})]$$

VP equivale a las siguientes formulas de Valor presente:

$$P = A * (P/A, i, n)$$

$$P = F * (P/F, i, n)$$

Donde:

A = Valor de los ingresos o costos anuales.

P = Valor presente

P/A = Factor a multiplicar

P/F = Factor a multiplicar

F = Valor futuro

i = tasa de interés efectiva

n = periodos de capitalización

Así reemplazando obtenemos:

$$B/C = 14.935,08 * (P/A, 15\%, 10) / [35.000,00 + 6.730,00 (P/F, 15\%, 10)]$$

$$B/C = 1,95$$

El valor de los factores por los cuales se obtiene el valor presente se encuentra tabulado en las tablas, las cuales se obtienen de las fórmulas estándares de ingeniería económica⁽³⁰⁾.

⁽³⁰⁾ Para mayor información sobre fórmulas estándares de Ingeniería económica, consulte en: BLANK TARQUIN, Ingeniería Económica.

Por lo tanto, el resultado de la ecuación costo-beneficio da un valor superior a uno, lo que implica que es justificable la realización del proyecto, así mismo se puede notar que al final del décimo año se obtendría un ahorro acumulado de \$ 107.620,80.

El beneficio de esta solución no sólo implica el ahorro de dinero que se lograría obtener, sino también en los servicios y aplicaciones que se pueden implementar sobre esta plataforma y el alcance que este puede obtener.

5.3. Crecimiento en la infraestructura de telefonía IP

5.3.1. Diseño de interconexión para redes autónomas.

De acuerdo a ICESA-ORVE la sucursal en Quito está creciendo, y es posible que a futuro también se requiera una central telefónica IP NBX para brindar este servicio en Quito para convertirla como matriz de la región Sierra, e intercomunicada, tanto para transmisión de voz y datos, con la matriz principal ubicada en Guayaquil.

Para realizar esto hay que previamente determinar la cantidad de usuarios, y líneas telefónicas deseadas, para con esa información estimar los equipos y licencias para la adquisición.

Para intercomunicar las centrales de los dos sitios, se debe usar el protocolo de VoIP, "Conexión de Línea Virtual" (VTL), propietaria de 3com en su producto NBX. Este protocolo tiene como función intercomunicar dos o más centrales NBX de manera simple, sin necesidad de adicionar otro equipo, solamente es necesario adquirir licencias de activación por cada conexión punto a punto.

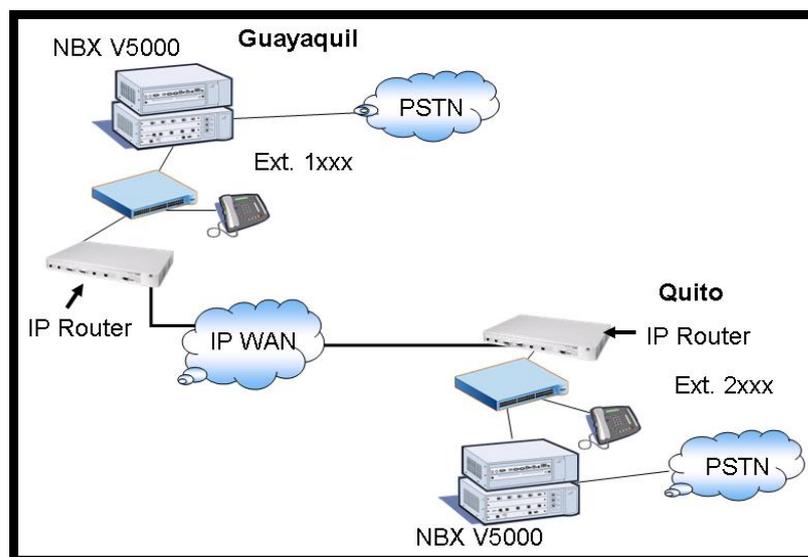


Fig. 5.5 Comunicación entre centrales NBX

Se estima que entre las dos centrales se manejaría hasta cuatro llamadas concurrentes. En este caso, se debe adquirir licencias para cuatro VTL en cada central NBX y, reservar un ancho de banda no superior a los 128 Kbps, para el tráfico de voz, usando el codec G.729. Adicional, los enrutadores IP deben soportar calidad de servicio para priorizar dicho tráfico.

5.3.2. Solución alternativa de interconexión con centrales de distinta plataforma

Para la interconexión entre la central NBX de la planta ICESA-ORVE, y otra central de distinta plataforma, sea del tipo IP o tradicional, de alguna sucursal, es necesario usar un protocolo de VoIP estándar: H323 o SIP.

En el caso de usar el protocolo H323, la central NBX requiere de un servidor genérico con el sistema operativo Windows 2000 Server, para instalar sobre este

una aplicación llamada “NBX ConneXtions”, convirtiéndose en un Gateway de H323 para tráfico de VoIP.

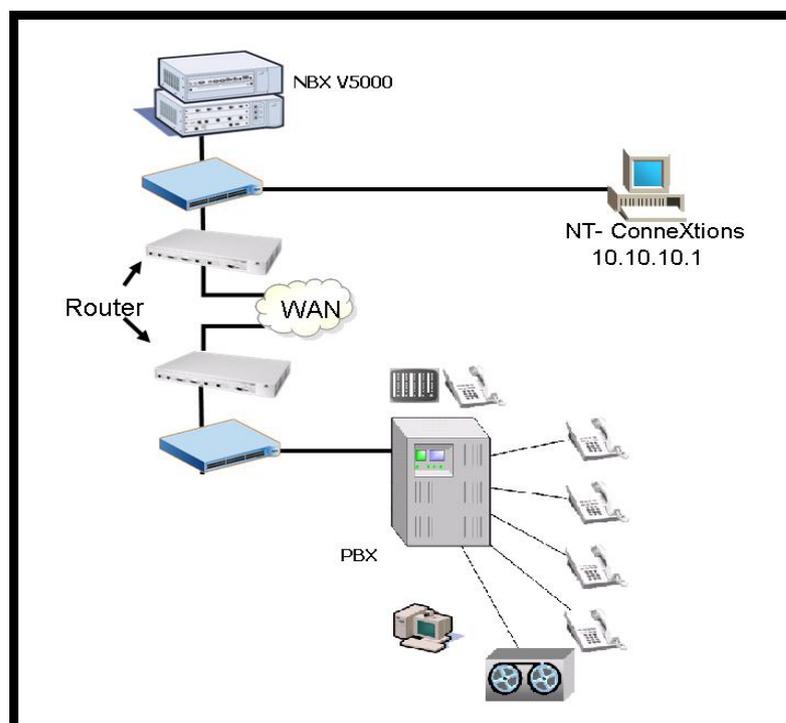


Fig. 5.6 Interconexión de centrales mediante H323

Si se desea usar el protocolo SIP, a la central NBX se le debe hacer una actualización de software para subir de la versión 5 a la versión 6. De esta forma la central procesaría el tráfico de VoIP hacia la central remota mediante este protocolo.

Para usar el protocolo H323, es necesario obtener licencias de activación por puerto, o llamada punto a punto, que se requiera. En el caso de utilizar SIP sólo es necesario adquirir la licencia de migración a la nueva versión, no se requiere adicionar licencias para llamadas punto a punto.

En cualquiera de los dos casos ya mencionados, la central PBX remota debe poseer un Gateway, o tarjeta de red, que permita la comunicación con la central NBX.

5.3.3. Recomendaciones para la intercomunicación de equipos

NBX a través de redes públicas (Internet).

Cuando se necesita intercomunicar la central NBX con centrales remotas, o teléfonos IP remotos, a través de redes de públicas, como por ejemplo: Internet, se necesita realizar traslación de direcciones privadas a direcciones públicas para cada dispositivo que solicite llamada de VoIP punto a punto.

Por ejemplo, si 10 teléfonos IP, ubicados en Ecuador, desean comunicarse con otros diez teléfonos ubicados en Estados Unidos, a través de la red Internet. Entonces, cada teléfono debe tener la capacidad de utilizar una dirección IP pública para mantener la llamada con su par. Hoy en día las direcciones IP públicas es un recurso limitado, y costoso a largo plazo, por lo que no sería una muy buena opción optar por esta alternativa a medida que se necesite aumentar el flujo de llamadas de VoIP.

Dado este inconveniente, entonces se recomienda implementar una solución de túneles VPN (Red Privada Virtual) entre estos sitios. De esta manera se optimiza la utilización de las direcciones IP públicas a solamente una por sitio. En el momento de levantar un túnel entre los dos puntos, retomando el ejemplo de Ecuador y Estados Unidos, el tráfico de voz y de señalización pasa por este usando sus direcciones IP privadas, es decir, que no requiere de la traslación de direcciones.

Para la implementación de VPN entre dos puntos, se necesitan equipos que soporten esta tecnología como lo pueden ser Cortafuegos (Firewalls), Routers, o concentradores de VPN.

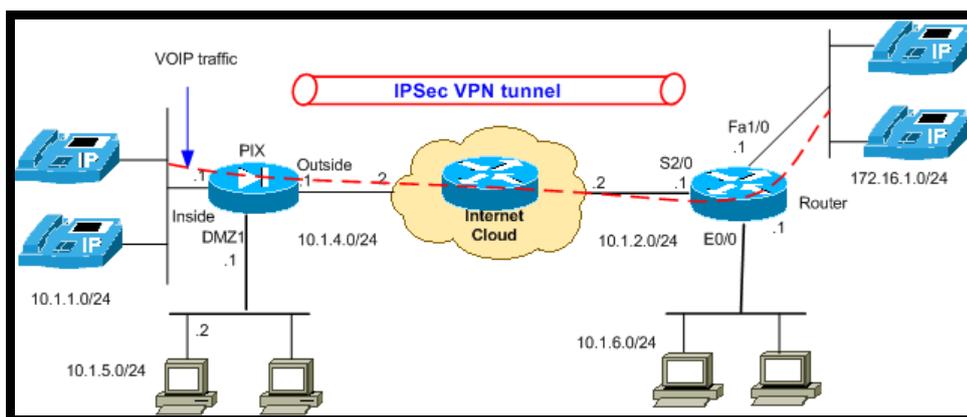


Fig. 5.7 Tráfico de VoIP sobre túnel VPN

5.4. Ventajas y desventajas del sistema NBX en la red de datos

Posterior a la implementación de la solución de telefonía IP se determinaron las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- En la red local, la transmisión de voz se realiza sobre la tecnología Ethernet, de esta manera se evita el sobre-procesamiento a la capa de red, o tecnología IP, de acuerdo al modelo OSI.
- El portal Web de la central NBX permite una fácil administración y configuración de la solución, de tal manera que el personal técnico del área de sistemas de ICESA-ORVE puede realizar cambios rutinarios sin necesidad de recurrir a soporte técnico especializado.

- Posee un sistema integrado, todo en uno, procesador de llamadas, buzones de voz, asistente automático, reporte de llamadas, correo de voz aplicado al correo electrónico, integración de telefonía a la informática (CTI).
- Soporta alta disponibilidad con un puerto de red adicional, y con la opción de agregar un disco duro y fuente de poder para brindar redundancia.
- El sistema operativo VxWorks no tiene vulnerabilidades de ataques de red lo que lo hace seguro para brindar un servicio tan indispensable como el procesamiento de llamadas.

Desventajas:

- Para permitir la interconexión entre centrales del mismo tipo, o de distintos fabricantes, es necesario adquirir licencias, o equipos adicionales, para levantar troncales IP sea del tipo VTL, H323, o SIP.
- No posee un protocolo de conexión segura para la consola de administración, sólo se puede acceder al portal web a través del protocolo http.
- Para conexiones con puertos digitales, el único protocolo de señalización disponible es el de ISDN (Red digital de servicios integrados).
- No brinda protocolos de cifrado de llamadas, en los teléfonos, para brindar seguridad en la transmisión a través de una red WAN.

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

1. Se determinó que la central NBX, como solución de Telefonía IP, redujo los costos de consumo telefónico en la empresa ICESA-ORVE durante el primer año de funcionamiento. De mantenerse así se recuperaría la inversión inicial, de \$35000, en el tercer año posterior a la implementación y con un ahorro de \$107620 dentro de los diez años proyectados para su operación.
2. Con el diseño actual de la solución se consiguió un ahorro mensual del 22,6% del consumo mensual en llamadas telefónicas comparadas con las realizadas con su antigua central PBX. Este porcentaje de ahorro puede incrementarse a medida que adquiera y distribuya más teléfonos IP hacia las distintas sucursales.
3. El análisis de tráfico, y consumo de ancho de banda, demostró que la central telefónica NBX permite brindar servicios de voz sobre redes IP, o redes Ethernet, de manera óptima y con el menor impacto en el desempeño de los demás componentes de la solución de telefonía IP aún en condiciones extremas de tráfico.
4. La solución de telefonía IP NBX cumple con todos los requerimientos de seguridad para VoIP, manteniendo la integridad de los paquetes de voz, con privacidad ya que la transmisión de voz se realiza únicamente entre el par de teléfonos involucrados y mediante la separación de tráfico en redes virtuales en los conmutadores, autenticándose mediante la dirección física de los teléfonos, con alta disponibilidad y protección por poseer un sistema operativo de orientado a brindar servicios en tiempo real y sin ser propenso a posibles ataques en la red de datos.

5. Ya que la central no brinda protocolos de cifrado para las llamadas de VoIP, a través de una red WAN, se recomienda, para compensar esta carencia, que dicha función lo realice un router directamente para evitar sobre procesamiento en la central NBX; de igual manera para garantizar una administración más segura hacia la central NBX se recomienda adquirir un conmutador con funciones de enrutamiento que reemplace el conmutador central para que se le aplique listas de control de acceso hacia la central NBX.

6. Se encontró aplicaciones de computadoras adicionales, que interactúan con los teléfonos, permiten aumentar la productividad de los empleados de la empresa ICESA-ORVE. También cabe indicar que la administración de la solución es muy amigable, de tal manera que se permite una fácil operación, y manipulación por parte del personal de sistema.

7. Mediante esta implementación se ha logrado identificar cada uno de los componentes que conforman el modelo de capas para una central IP-PBX, lo que facilita la resolución de cualquier problema de comunicación de voz que se presentara a futuro.

8. La mayor ventaja de esta solución es poseer de manera integrada sobre una misma plataforma el procesamiento de llamadas, buzones y mensajería de voz, las operadoras automáticas, y un sistema de reportes.

GLOSARIO

ADPCM : Modulación codificada adaptable a diversos pulsos, con standard CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico), que permita transmitir voz analógica de 32 kbps a 64 kbps en canales digitales.

Best Effort: Servicios Mejor esfuerzo

BRI o T0: Interfaz de acceso básico. Acceso a la red telefónica pública conmutada que consta de dos canales de 64 Kbits y señalización de 16 Kbits.

Broadcast: Envío de información a múltiples destinos que son desconocidos para el transmisor. Normalmente utilizado por los Router para reconocimientos de Host.

Browser: Aplicación para visualizar todo tipo de información y navegar por el www con funcionalidades plenamente multimedia.

Codec: Contracción de Codificación y decodificación. Hardware y software encargado de la conversión de una señal analógica a digital (codificación) y viceversa (decodificación.)

CoS: Clase de Servicio. Capacidad de una red de área amplia (WAN) de dar prioridad a la voz, permitiendo transmitir información de Calidad de servicio de un extremo de la red al otro.

Call Center: Es un centro donde se centralizan todos o algunos de los servicios de asistencia telefónica.

CSU: Unidad de Servicio de Canal Channel Service Unit.

CTI: Integración informática de telefonía (Computer Telephony Integration).

DMTF: Dual-Tone Multifrequency. Detección de tonos.

DSCP: DiffServ code Point.

DiffServ: Servicios Diferenciados.

Ethernet : Protocolo de transporte para Redes de área Local.

E&M: Señalización, estados activo pasivo de circuitos de voz.

E1: Agregado de señales a 2.048 Mbps, 32 canales.

Frame Relay: Tecnología de conmutación de paquetes de área extensa para la interconexión de redes LAN a alta velocidad.

FTP: File Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Archivos.

Gatekeeper: Función opcional que proporciona servicios de prellamada y nivel de llamada a los puntos finales H.323 (gateway).

G.711: Estándar de la ITU-T para los codecs de voz con buena calidad de audio a 64Kbps.

G.729 a/b: Estándar de la ITU-T para codecs de voz con mediana calidad de audio a 8 Kbps.

H.323: Estándar para señalización de VoIP

Half-duplex: Transmisión de datos de ida y vuelta en el mismo momento.

Hunting Groups: Grupo

IETF: Internet Engineering Task Force. Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet, define estándares para Internet y protocolos operativos TCP/IP.

IDF: (Intermediate Distribution Facility) Establecimiento de distribución intermedio.

IMAP4: Protocolo de Acceso a Mensajes en Internet.

IntServ: Servicios Integrados.

IPv4: Protocolo de Internet capa 3 que utiliza 4 octetos (255.255.255.255).

IPv6: Protocolo de Internet capa 3 que utiliza 6 octetos (255.255.255.255.255.255).

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados.

ISP: Proveedor de Servicios de Internet

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

IVR: Interactive Voice Response, Respuesta Interactiva de Voz

Jitter: Retardos Variables en la llegada de su destino de los paquetes de voz.

LAN: Local Area Network, Red de Area Local, es un grupo de servicios de datos como computadoras y dispositivos asociados que comparten un mismo medio de comunicación.

LCR: Ruta de Menor Costo

MDF: (Main Distribution Facility) Establecimiento principal de distribución.

Mensajería Unificada: Integrar el correo de voz y el e-mail en una única herramienta.

Multicast: Multicast (multidifusión). Modo de difusión de información en vivo que permite que ésta pueda ser recibida por múltiples nodos de la red y por lo tanto por múltiples usuarios.

MGCP: (Media Gateway Control Protocol): Desarrollado por IETF y la ITU.

MIME: Multi-Purpose Internet Mail Extension. Protocolo que permite la transmisión de archivos binarios mediante correo electrónico.

NBX: (Network Branch Exchange) Central telefónica IP

OSI: (Open System Interconnection) Interconexión de sistemas abiertos.

PBX: Private Branch Exchange / Centralita Privada

pcXset: Aplicación de teléfono IP para computadoras.

PRI o T1: Interfaz de acceso primario. Acceso a la red telefónica pública conmutada a 2 Mbits.

PSTN: (Public Switched Telephone Network) Red telefónica pública conmutada.

QSIG: Protocolo estándar de señalización normalizado a nivel europeo para conectar Sistemas Telefónicos Privados (PBX).

QoS: Calidad de Servicio.

RTP: Real Time Protocol. Protocolo de Tiempo Real.

RTCP: Real Time Control Protocol.

RSVP: Resource ReServation Protocol, RFC 1633 implica una reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario.

RFC: (Request For Comments) – Acceso a la Petición de comentarios. Serie de documentos utilizados como medio principal para la comunicación de información sobre Internet.

SIP: (Session Initiation Protocol) Protocolo de Inicio de Sesión. Protocolo de señalización que puede iniciar, modificar y finalizar sesiones con muchos participantes. Basado en HTTP.

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol. Protocolo Simple de transferencia de Correo.

SNMP: (Simple Network Management Protocol) Protocolo Simple de Administración de Red

STP: El protocolo de árbol extensible (STP) proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de puentes.

TDM: Multiplexado por División del Tiempo.

ToS: Tipo de Servicio. Hace referencia al tipo de servicio que se presta en una red, con una Calidad de Servicio.

T1: Circuito digital de banda ancha alta formado por 24 canales individuales de 64 Kbps, lo que ofrece tasas de transmisión de 1,5 Mbps.

TAPI: Telephony Application Programming Interface. Interfaz de aplicaciones de telefonía.

Unicast: Comunicación establecida entre un solo emisor y un solo receptor en una red.

VoIP: Tecnología Voz sobre Protocolo Internet (Voice Over IP)

VoE: Tecnología Voz sobre Protocolo Ethernet (Voice Over Ethernet)

WAN: Wide Area Network, es un grupo de servicios de datos que comunica las redes LAN geográficamente dispersas mediante un enlace de telecomunicaciones.

802.1p: Define el método de etiquetar paquetes a fin de que los conmutadores de nivel 2 en la capa OSI puedan darles prioridad.

802.1q: El funcionamiento de los puentes VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de las infraestructuras de LAN con switch.

802.1d: Es utilizado en el protocolo de árbol extensible (Impide que se creen bucles en el tráfico de la red).

802.1 d: Norma IEEE para algoritmos de expansión en árbol que evita bucles redundantes en conmutadores de red local.

802.2: Conjunto de normas IEEE para LAN que especifica la implementación de la subcapa LLC de la capa de enlace de datos.

802.3: Conjunto de normas IEEE para LAN que especifica la implementación de la capa física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos.

802.3 af: Power over Ethernet.

802.11: Para velocidades de 11 Mbps en banda de 2.4 GHz.

10BASE-TX: Norma para soportes de capa física. Segmento de par trenzado basado en dos pares de cables de par trenzado de la categoría 5.

100BASE T: Norma Ethernet 803.2 para red local de 100 Mb/s.

1000BASE T: Norma Ethernet 803.2 para red local de 1000 Mb/s.

BIBLIOGRAFIA

1. Panasonic Communications Co. Ltd., **KX-TD500 Digital Super Hybrid Telephone System**, URL: <http://www.panasonic.com>, última consulta: 8 de abril de 2007.
2. Panasonic Communications Co. Ltd., **Digital Super Hybrid System User Manual KX-TD500**, URL: <http://www.panasonic.com>, última consulta: 1 de octubre de 2007.
3. Panasonic Communications Co. Ltd., **Digital Super Hybrid System Installation Manual KX-TD500**, URL: <http://www.panasonic.com>, última consulta: 1 de octubre de 2007.
4. Cisco Systems Inc., **Voice Network Signaling and Control**, URL: <http://www.cisco.com>, última consulta: 25 de febrero de 2007.
5. Cisco Systems Inc., **CCNA 4: Tecnologías WAN v3.1**, URL: <http://cisco.netacad.net>, última consulta: febrero 2007
6. Couch H. Leon W., **Sistemas de Comunicaciones Digitales y Analógicos**, Prentice Hall, México, 1998.
7. Sulkin Allan, **PBX Systems for IP Telephony**, McGraw-Hill, U.S.A., 2002
8. Carhee Stephanie L., **The Road to IP Telephony: How Cisco Systems Migrated from PBX to IP**, Cisco Press, U.S.A., Junio 2004

9. Davidson Jonathan, Peters James, Bhatia Manoj, Kalidindi Satish, Mukherjee Sudipto, **Voice Over IP Fundamentals**, Cisco Press, U.S.A., Julio 2006.
10. Padjen Robert, Keefer Larry, Thurston Sean, Bankston Jeff, Flannagan Michael E., Walshaw Martin, **CISCO AVVID and IP Telephony Design & Implementation**, Syngress Publishing, Inc., U.S.A., 2001
11. Wallace Kevin, **Authorized Self-Study Guide Cisco Voice Over IP (CVOICE)**, Cisco Press, U.S.A., Agosto 2006.
12. Krone Scott, Watts Dave, Russell Kathy, **Convergence+**, WestNet Learning, U.S.A, 2007.
13. Dr. Sarraf Charles M, **IP Telephony: Technical Issues**, URL: <http://www.itu.int/home/index-es.html>, última consulta: 5 de febrero de 2007.
14. Grupo de Expertos sobre Telefonía IP del UIT-D, **Informe Esencial Sobre Telefonía por el Protocolo Internet (IP)**, URL: <http://www.itu.int/ITU-D/e-strategies>, última consulta: 26 de octubre de 2007.
15. MRV Communications Inc., **Voice-Over-Ethernet**, URL: <http://www.mrv.com>, última consulta: 8 de agosto de 2006.
16. Legerity, Inc, **VoEthernet (Voice-over-Ethernet)**, URL: <http://www.legerity.com>, última consulta: 13 de octubre de 2007.

17. Digium, Inc., **ABOUT ASTERISK**, URL: <http://www.asterisk.org/support/about>, última consulta: 21 de noviembre de 2007.

18. Cisco Systems Inc., **Cisco Unified CallManager Version 4.2**, URL: <http://www.cisco.com>, última consulta: 25 de marzo de 2008.

19. Cisco Systems Inc., **Cisco 3800 Series Integrated Services Routers**, URL: <http://www.cisco.com>, última consulta: 25 de marzo de 2008.

20. Nortel Networks, **Communication Server 1000E Overview**, URL: <http://www.nortel.com>, última consulta: 14 de octubre de 2008.

21. Avaya Inc., **Descripción del hardware y referencia para Avaya Communication Manager**, URL: <http://www.avaya.com/support>, última consulta: 25 de octubre de 2008.

22. 3Com Corporation, **3Com NBX V5000 IP Telephony Solution**, URL: <http://www.3com.com>, última consulta: 26 de febrero de 2007.

23. 3Com Corporation, **NBX Administrator's Guide**, URL: <http://www.3com.com>, última consulta: 26 de febrero de 2007.

24. 3Com Corporation, **NBX Installation Guide Describes installation and initial configuration for NBX hardware**, URL: <http://www.3com.com>, última consulta: 26 de febrero de 2007.

25. 3Com Corporation, **NBX 5.0 System Planning Guide**, URL: <http://www.3com.com>,
última consulta: 26 de febrero de 2007.

26. 3Com Corporation, **3Com SuperStack 3 Switch 4200 Family**, URL:
<http://www.3com.com>, última consulta: 5 de noviembre de 2007.

27. 3Com Corporation, **3Com SuperStack 3 Switch 4400 Family**, URL:
<http://www.3com.com>, última consulta: 5 de noviembre de 2007.

28. Cisco Systems Inc., **Cisco 2600 Series Modular Access Routers**, URL:
<http://www.cisco.com>, última consulta: 25 de abril de 2008.

29. Allot Communications Ltd., **NetEnforcer Policy Based Bandwidth Management
User Guide Version 5.2**, URL: <http://www.allot.com>, última consulta: 31 de marzo de
2005.

30. Blank Leland, Tarquin Anthony, **Ingeniería Económica**, McGraw-Hill, Colombia,
1999.

31. Van Meggelen Jim, Madsen Leif, Smith Jared, **Asterisk The Future of Telephony**,
Oreilly, U.S.A., Agosto 2007