UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE QUITO – CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS MENCIÓN ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ESTUDIO, ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN DE TELEFONÍA BASADA EN TECNOLOGÍA DE VOIP PARA LA AGENCIA EJIDO DEL BANCO UNIVERSAL S.A., Y SU INTEGRACIÓN CON LAS PRINCIPALES AGENCIAS

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

CASTILLO CAIZA JUAN FELIPE

DIRECTOR: ING. JORGE E. LÓPEZ LOGACHO

Quito, Septiembre de 2011

DECLARACIÓN

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

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

JUAN FELIPE CASTILLO CAIZA

CERTIFICACIÓN

Certifico,	que	el p	oresente	trabajo	fue	desarrollado	por	el	señor	Juan	Felipe
Castillo C	aiza,	bajo	o mi supe	ervisión.							

Ing. Jorge E. López Logacho.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, porque sin él nada existiera.

A mi mami Magdalena, por su tenacidad y pujanza como mujer por ver a sus hijos superarse día a día, Dios te tenga conmigo siempre.

A mis hermanos, por ayudarnos unos a otros a ser una familia íntegra y unida.

A todos los amigos y amigas que de una u otra forma estuvieron allí ayudándome a forjar este sueño, y en especial a ti que con tu ayuda incondicional e insistencia permanente me permitirá recordarte siempre.

Al ingeniero Jorge López por ser el apoyo y guía profesional en la culminación del presente trabajo.

DEDICATORIA

A ese pequeño ser, que ha sido mi luz e inspiración desde el día que nació, ese ser generador de fuerza para seguir adelante en la lucha y ambición por alcanzar mis sueños y metas en la vida en beneficio de su felicidad, al gran amor de mi vida.....a mi hijo Joel Sebastián.

A una excelente mujer, quién supo criar y educar a sus hijos hasta formarnos hombres de bien, a pesar de todas las adversidades y por el sueño siempre de vernos profesionales...a ti mi mami Maggy.

A la compañera de tantos años, que con su paciencia, dedicación y amor entregó tantas cosas en búsqueda de una felicidad conjunta......

CONTENIDO

RESUMEN	
PRESENTACIÓN	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO 1. ANTECEDENTES	7
1.1. LA PSTN (PUBLIC SWITCHING TELEFONY NETWORK)	
1.1.1. EL TÈLÉFONO	
1.1.2. ESTRUCTURA DE LA PSTN	10
1.1.2.1. Estructura de una Red Telefónica Básica	11
1.1.2.2. Ventajas de la red PSTN	13
1.1.2.3. Desventajas	
1.2. EVOLUCION HISTORICA DE LAS REDES	14
1.2.1. EL DESARROLLO DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES	14
1.2.2. REDES PROPIETARIAS, PROLIFERACIÓN DE LAS REDES E	
INTERCONEXIÓN	
1.2.3. LA EXPLOSIÓN DEL INTERNET	17
1.2.4. REDES CONMUTADAS	17
1.2.5. REDES DE COMUNICACIÓN	18
1.2.6. ARQUITECTURA DE REDES DE COMUNICACIÓN	18
1.3. CONMUTACION POR CIRCUITOS (Circuit Switching)	
1.3.1. ARQUITECTURA	
1.3.1.1. Establecimiento del circuito	21
1.3.1.2. Transferencia de datos	21
1.3.1.3. Desconexión del circuito	21
1.4. MULTIPLEXACIÓN	
1.4.1. MULTIPLEXACIÓN CON FMD	22
1.4.2. MULTIPLEXACIÓN POR TDM	22
1.4.3. EJEMPLO NUMÉRICO	
1.5. CONMUTACION POR PAQUETES (Packet Switching)	24
1.5.1. DEFINICIÓN	24
1.5.2. CONMUTACIÓN EN REDES IP	26
1.5.2.1. Datagramas	27
1.5.2.2. Circuitos Virtuales	28
1.6. SEÑALIZACIÓN	
1.6.1. FUNCIONES DE LA SEÑALIZACIÓN	
1.6.2. SEÑALIZACIÓN INTRACANAL	31
1.6.2.1. Intracanal Intrabanda	31
1.6.2.2. Intracanal Fuera de banda	
1.6.3. SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN	
1.6.4. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN	32
1.6.4.1. Componentes básicos para un sistema de señalización	33
1.6.5. SEÑALIZACIÓN DIGITAL ISDN (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADO	OS)
34	
1.6.5.1. Arquitectura de la ISDN	34
1.6.5.2. Estructura de ISDN	
1.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACION	37
1.7.1. PROTOCOLO TCP/IP	37

1.7.1	.1. Arquitectura del TCP/IP	38
1.7.1	.2. Encapsulación de los Datos	40
1.7.2.	PROTOCOLO TCP	41
1.7.3.	PROTOCOLO UDP	42
1.7.4.	PROTOCOLO IP (INTERNET PROTOCOL) VERSIÓN 4	43
1.7.4	.1. Fragmentación de datagramas IP	
	RECCIONAMIENTO IP	
1.8.1.	DIRECCIONES CLASE A	47
1.8.2.	DIRECCIONES CLASE B	
1.8.3.	DIRECCIONES CLASE C	47
1.9. IN	TRODUCCIÓN A LA VOZ SOBRE EL PROTOCOLO IP	
1.9.1.	CONVERGENCIA DE LAS REDES	
1.9.2.	CONCEPTOS GENERALES EN TELEFONÍA IP	
1.9.3.	FACTORES QUE AFECTAN A UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP	
1.9.4.	MODO DE OPERACIÓN DE LA VOIP	
_	.1. Proceso básico que envuelve a una llamada de VOIP	
	.2. Codificación/Decodificación de la voz	
	.3. Digitalización de la Voz	
1.01	Jigitalizacion de la Vez	
CAPITUI	O 2. BANCO UNIVERSAL UNIBANCO	59
	SEÑA HISTÓRICA	
	INSTITUCIÓN	
2.2.1.		
2.2.2.	,	
2.2.3.	MISIÓN	
2.2.4.		
	FRAESTRUCTURA BANCARIA	
	FRAESTRUCTURA TECNOLOGÍCA ACTUAL	
2.4.1.		
	.1. Servidores	
	.2. Equipos de comunicación	
	UBICACIÓN DE LOS IDF's	
	BACKBONE HORIZONTAL	
2.4.3. 2.4.4.	BACKBONE VERTICAL	
2.4.4. 2.4.5.	ARQUITECTURA IDF-MDF AGENCIAS y SUCURSALES	
2.4.5. 2.4.6.	INFRAESTRUCTURA TELEFÓNICA	
	PPOLOGÍA ACTUAL DE LA RED LAN	
2.5. 1C	DIRECCIONAMIENTO IP LAN PROPUESTO	
2.5.1. 2.5.2.		
_	.1. Capa de Núcleo	
	·	
	.2. Capa de Distribución	
	.3. Capa de Acceso	
2.5.3.	TECNOLOGÍAS DE ACCESO AL MEDIO	
	ILACES DEDICADOS	
2.6.1.	PROVEEDOR TELCONET y GLOBAL CROSSING	
2.6.2.	PROVEEDOR CNT	
2.6.3.	ALTA DISPONIBILIDAD	
2.6.4.	ENRUTAMIENTO	84

CAPITULO	3. ESTÁNDARES EN VOIP Y GESTION DE QOS	85
3.1. PRO	TOCOLOS PARA APLICACIONES INTERACTIVAS EN TIEMPO REAL	85
3.2. PRO	TOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN	85
3.2.1. PF	ROTOCOLO H.323	85
3.2.2.	COMPONENTES	86
3.2.2.1	Terminales	86
3.2.2.2	Gateway	87
3.2.2.3	Gatekeeper	87
3.2.2.4	Unidad de Control Multipunto (MCU)	87
	SUITE DE PROTOCOLOS DE H.323	
3.2.3.1	H.225/Q.931	88
3.2.3.2	Señalización RAS H.225.	89
3.2.3.3	Protocolo H.245 (Función de control)	90
3.2.4.	EJEMPLIFICACIÓN DE UNA LLAMADA H.323	92
3.3. PRO	TOCOLO SIP (SESSION INICIATE PROTOCOL)	93
3.3.1.	COMPONENTES	94
3.3.1.1	Agentes de usuario UA	94
3.3.1.2	Servidores	94
3.3.2.	DIRECCIONAMIENTO SIP	95
3.3.3.	CABECERAS O HEADERS	95
3.3.4.	MENSAJES SIP	96
3.3.4.1	Mensajes Request	96
3.3.4.2	Mensajes Response	97
3.3.5.	FLUJO DE UNA LLAMADA SIP	98
3.3.5.1	Registro	98
3.3.5.2	Establecimiento	98
3.3.5.3	Tráfico de datos	98
3.3.5.4	Finalización	98
3.4. PRO	TOCOLO IAX (INTER ASTERISK EXCHANGE v.2)	100
3.4.1.	ARQUITECTURA IAX2	100
3.4.1.1	Eficiencia del ancho de banda	100
3.4.1.2	Robustez	101
3.4.1.3	Transporte de los datos o media	101
3.4.1.4	Puertos	102
3.4.1.5	Manejo de NAT's	102
3.4.2.	CALL FLOW DE IAX2	102
3.4.2.1	Establecimiento	103
3.4.2.2	Transporte de los datos (media)	103
3.4.2.3	Desconexión	103
3.5. PRO	TOCOLOS DE TRANSPORTE	104
3.5.1.	PROTOCOLO RTP (REAL TIME TRANSPORT PROTOCOL)	105
3.5.1.1	Encapsulamiento RTP	105
3.5.1.2	Cabecera de un paquete RTP	106
3.5.2.	PROTOCOLO RTCP (REAL TIME CONTROL PROTOCOL)	108
3.5.2.1	Paquetes RTCP	108
3.5.2.2	Funcionalidades de RTCP	109
	TION DE QoS (QUALITY OF SERVICE)	
	INTRODUCCIÓN	
3.6.2.	FACTORES QUE INFLUENCIAN EN LA CALIDAD DE LA VOZ	111

3.6.2.1.	Disponibilidad de Ancho de banda	111
3.6.2.2.	Eco	111
	Retardo	
	Latencia	
	Jitter y Jitter buffer	
	Pérdida de paquetes	
	UITECTURA DE QoS	
	PROVISIÓN EN QoS	
	Marcado y clasificación de paquetes	
	Aislación de tráfico	
	Mecanismo de planificación y asignación de recursos	
	Proceso de Admisión	
	FIRST IN-FIRST OUT (FIFO)	
	PRIORITY QUEUEING (PQ).	
	ROUND ROBIN QUEUEING (WWR)	
	WEIGHT FAIR QUEUING (WFR)	
	CONFORMACIÓN DEL TRÁFICO Y CONTROL (SHAPING AND POLICING)	
	CAR (Committed Access Rate)	
	GTS (Generic Traffic Shape)	
	FRTS (Frame Relay Traffic Shaping)	
	EFICIENCIA DEL ENLACE	
	LFI (Link and Fragmentation Interleaving)	
	PREVISIÓN DE LA CONGESTIÓN	
	RED	
	WRED	
	CONTROL DE ADMISIÓN (CALL ADMISIÓN)	
	NIVELES DE CALIDAD DE SERVICIO.	
3.7.10.1	,	
3.7.10.2	,	
3.7.10.3	3. Servicios Integrados (IntServ)	128
CAPITULO	4. HARDWARE DE TELEFONÍA Y TECNOLOGÍAS DE VOIP	130
	ECEDENTES	
	CEPTOS GENERALES	
	TELEFONO IP	
	SOFTPHONES	
	TARJETAS ANALOGAS	
	FXO (Foreigh eXchange Office)	
	FXS (Foreigh eXchange Station)	
	TARJETAS E1's	
	APPLIANCES	
	NOLOGÍAS PROPIETARIAS DE VOIP	
	SOLUCIÓN DE TELEFONÍA IP DE CISCO	
	Características de la solución Cisco Call manager	
	Hardware requerido	
	Consideraciones adicionales	
	Diagrama esquemático de la solución de CISCO	
	Componentes de la solución propuesta por CISCO	
	SOLUCIÓN ALCATEL – LUCENT	

4004	Opportunistica and la calculión Alastal	4.40
	Características de la solución Alcatel	
	1.1. Funciones de telefonía1.2. Servicios de trabajo en equipo	
	1.3. Equipos jefe/secretaría	
	Gateways de interconexión	
	Teléfonos IP	
	Componentes de la solución ALCATEL	
	Diagrama esquemático de la propuesta de ALCATEL	
4.4. TECN	IOLOGÍAS LIBRES DE CÓDIGO ABIERTO	145
	ERISK	
_	Antecedentes	_
	Definición de Asterisk	
	Asterisk, mucho más que un PBX	
	ARQUITECTURA DE ASTERISK	
	PBX Core	
	Módulos de Asterisk	
	DIRECTORIOS DE ASTERISK	
4.4.4. <i>F</i>	ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN	151
4.4.5.	/ERSIONES DE ASTERISK	152
4.4.5.1.	Release branch	153
4.4.5.2.	Trunk	153
4.4.6.	COMPONENTES DE ASTERISK	153
4.4.6.1.	Libpri	153
4.4.6.2.	DAHDI	153
4.4.6.3.	Asterisk	153
4.4.6.4.	Orden de instalación	154
	Inicialización de Asterisk	
4.4.7. E	EL DIALPLAN DE ASTERISK	155
	Contextos	
	Extensiones	
4.4.7.3.	Prioridades	156
4.4.7.4.	Aplicaciones de Asterisk	
4.4.7.5.	·	
_	Variables	
	Patrón de llamadas (Pattern Matching)	
	Parqueo de llamadas (Parking Calls)	
	SOLUCIÓN IP-PBX ASTERISK	
	Hardware para Asterisk	
	Componentes de la solución Asterisk	
	DRNO DE INVERSIÓN	
	CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS SOLUCIONES	
4.5.2. F	RESUMEN COSTO-BENEFICIO	173
CAPITULO	5. IMPLEMENTACIÓN Y GESTION DE LA RED DE VOIP	174
-	ENARIO DE IMPLEMENTACIÓN	
	ISTADO DE SERVICIOS	
5.1.2.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE IMPLEMENTACIÓN RED VOIP	175
-	PAMIENTO	
5.2.1. H	HARDWARE	176

FOO COFTWARE	470
•	sterisk176
	177 177
	SIÓN 1.4.11.5178
	SION 1.4.11.5
	ERSIÓN 1.6.2.18180
	180
	el CLI
•	DADHI en Asterisk185
	S SIP
	ición del sip.conf186
	187
	N
	ición del extensions.conf188
·	s y parámetros generales189
	190
	RO (0)192
	eciales y temporización192
	tivo193
	os194
•	195
	197
·	g197
5.4.3.11. Enrutamiento de llamadas p	or horarios199
5.4.3.12. Configuración de la opción l	Navegación por directorio200
5.4.3.13. Configuración del Parqueo	de llamadas200
5.4.3.14. Música en espera (MusicOr	Hold)201
5.4.3.15. Creación de conferencias	201
5.4.3.16. Configuración y creación de	colas202
5.4.3.17. Creación de DID	203
5.5. CONFIGURACIÓN Y REGISTRO DE	CUENTAS SIP204
	204
5.5.2. REGISTRO EN TELÉFONOS SI	P-T28205
	205
	206
	206
	208
	ISCO209
	ÁFICO209
	el tráfico209
	TRÁFICO210
	I tráfico210
	212
5.6.3.1. Parametros en la asociación d	e políticas212

5.6.4. APLICACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	213
5.6.4.1. Creación de listas de acceso	213
5.6.4.2. Clasificación	213
5.6.4.3. Políticas	214
5.6.4.4. Asociación	215
5.7. MEDICIONES Y PRUEBAS	215
5.7.1. MEDICIÓN DEL ANCHO DE BANDA DEL CANA	L216
5.7.2. SATURACIÓN DEL CANAL DE ANCHO DE BAN	IDA217
5.7.3. CAPTURA DEL TRÁFICO	218
5.7.4. ANÁLISIS DE LA CAPTURA SIN APLICACIÓN D	DE QoS218
5.7.5. ANÁLISIS DE LA CAPTURA CON POLÍTICA DE	QoS220
5.7.6. ANÁLISIS DEL STREAM RTP CON QoS	
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	222
6.1. CONCLUSIONES	222
6.2. RECOMENDACIONES	224
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	226
ANEXOS	

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de demostrar el funcionamiento y la aplicación de la telefonía IP en entornos corporativos, como es el caso de UNIBANCO S.A., mediante una solución Open Source basada en IP-PBX Asterisk. La voz sobre IP se caracteriza por utilizar el protocolo IP y manejar las redes de voz y de datos administradas por mucho tiempo de forma separada en redes convergentes enfocadas a servicios.

Para cumplir con el objetivo se ha implementado los protocolos de comunicación y transmisión de *media* en tiempo real, los códecs de audio GSM, G.726 y G.723 disponibles para un mejor performance y el modo de operación de una llamada de VOIP, con sus limitantes técnicas, las cuales manejadas adecuadamente permiten superar el 95% del nivel de calidad de la misma.

Además, se ha utilizado como core central al software IP-PBX Asterisk con licencia GNU, un poderoso sistema de telefonía gestionada; dicho software está cargado en un robusto servidor HP Proliant bajo la plataforma Linux con el SO Centos versión 5.6., y la gestión de red y QoS se encuentra bajo la plataforma Cisco en su totalidad, swtiching y routing.

Finalmente las mediciones y simulaciones son realizadas por potentes sotfwares de monitoreo y gestión de tráfico como PRTG y STG y el poderoso analizador de paquetes y streams Wireshark.

PRESENTACIÓN

El crecimiento significativo en el mercado de la telefonía sobre Internet y las necesidades de diferentes formas de comunicaciones instantáneas e interactivas, exige a las empresas buscar herramientas de calidad que permita abaratar costos y alcanzar estas expectativas.

Banco Universal UNIBANCO S.A., es una de estas empresas que está en la búsqueda permanente de innovación y crecimiento tecnológico, para brindar un mejor servicio a sus clientes internos y externos, a través de la implementación de soluciones sistemáticas que permitan mantener comunicaciones íntegras y versátiles entre sus agencias.

Por esta razón se propone una solución de telefonía basada en tecnología de Voip para la agencia El Ejido del Banco Universal S.A mediante un recurso Open Source.

IP-PBX Asterisk proporciona todas las características que se esperan de una PBX como son: transferencia y estacionamiento de llamadas, cuartos de conferencias, contestadora de voz interactiva (IVR), correo de voz, manejo de colas de llamadas (*Call center*), directorio institucional, etc., y cuenta además con la gran ventaja de crear nuevas funcionalidades, esto con el manejo de un poco de código y la interacción directa en sus archivos de configuración; dichas funcionalidades que en PBX tradicionales o propietarias generarían costos muy elevados.

Sin duda alguna, esta propuesta permitirá al Banco estar inmerso en pro de la tecnología y en los nuevos avances en el área de las TIC's.

INTRODUCCIÓN

El edificio Ejido, cuenta con una central telefónica propietaria, marca TOSHIBA de alrededor de más de 15 años, tiene 4 módulos donde se alojan 4 tarjetas de extensiones digitales, 12 tarjetas de extensiones análogas, 5 tarjetas de líneas telefónicas. Estas tarjetas abastecen al edificio de: 40 líneas telefónicas, 32 extensiones digitales y 72 extensiones analógicas.

Dado lo antiguo de la central, la compra de repuestos o accesorio nuevos es muy difícil ya que se encuentra descontinuada lo que se convierte en una potencial amenaza que un componente no pueda ser reparado y la central quede permanentemente inoperativa.

En los últimos meses se ha dado un aumento en la demanda de extensiones en especial digitales que no se han podido atender por estar trabajando a la máxima capacidad de la central. De igual forma existe una demanda creciente de líneas para realizar llamadas salientes que continuamente los usuarios sienten al no poder realizar una llamada externa, esto por no disponer de las suficientes y porque muchas de ellas están ubicadas en puertos quemados de la central.

La contestadora automática de la central tiene capacidad para responder dos (2) llamadas simultáneas y si el usuario no conoce la extensión de la persona que va a llamar, necesariamente esta debe ser contestada por la operadora. El volumen de llamadas que se recibe es alto y las dos operadoras que existen no alcanzan a contestar todas las llamadas, en especial en horas pico dejando por largos periodos a los llamantes en espera. Adicionalmente la contestadora automática deja de funcionar dejando en el vacío muchas llamadas por lo que se necesita reiniciar la central para que funcione nuevamente.

Dicha central tiene tecnología caduca, con reportes nulos, no es factible el monitoreo personalizado por extensiones y/o usuarios, tiempos de conexión, origen y destino de las llamadas, configuración avanzada de permisos, etc., la escalabilidad no es factible, por tanto tampoco el crecimiento en número de

extensiones, se usa actualmente troncales análogas ya que tampoco permite la implementación de E1's.

OBJETIVOS

> GENERAL

Realizar el análisis y diseño de una solución convergente de telefonía basada en tecnología de VOIP para la agencia Ejido del Banco Universal S.A. UNIBANCO, y su modo de integración entre las principales agencias.

> ESPECIFICOS

- Estudiar la connotación de las actuales redes de telefonía, su arquitectura, infraestructura y convergencia hacia las redes de VOIP
- Analizar la infraestructura actual de la Institución para el estudio de factibilidad y soporte de telefonía IP pura e integraciones con las agencias de acuerdo a su equipamiento, arquitectura y topología de red.
- Estudiar los principales protocolos de señalización y codificación de la voz en redes de paquetes, los factores que afectan el desempeño de una red de Voz sobre IP así como el diseño de políticas de tráfico y de calidad de servicio que garanticen la voz.
- Revisar las distintas tecnologías de VOIP, los servidores PBX, el hardware y software necesario para una implementación IP pura o Hibrida de acuerdo al escenario de la institución, incluyendo la integración con centrales análogas.
- Implementar una solución piloto de telefonía IP realizando un rediseño del VSLM de la red y como plataforma central a un IP-PBX Asterisk, configurando 25 extensiones IP, de esta forma adquirir datos en tiempo real de los consumos de ancho de banda y el uso simultáneo del canal

de datos, analizando los factores que la afectan y el modo de minorarlas.

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta el acelerado cambio tecnológico en el que nos encontramos, la exposición de nuevos productos, la innovación de los servicios por Internet entre otros, cabe replantearse como compañía, que productos tecnológicos acordes con la época se están implementando para suplir las necesidades actuales en cuanto a telefonía.

La telefonía IP es una tecnología en auge, innovadora y aun relativamente nueva en nuestro medio, utiliza el protocolo IP, siendo flexible a soluciones abiertas, por ello es imprescindible adoptar nuevas políticas encaminadas hacia esta tecnología.

La central actualmente utilizada en el Edificio Ejido tiene un tiempo de uso de alrededor de 15 años, no solo el tiempo de funcionamiento justifica un cambio, sino las limitadas prestaciones que ofrece a la actuales necesidades de telefonía. La principal ventaja del diseño de la solución del presente trabajo, es el ahorro que representa utilizar la misma red de datos del banco para generar llamadas entre agencias sin tener que utilizar la red telefónica pública. Adicionalmente presentará otro gran ahorro al no tener que tender un nuevo cableado telefónico en el edificio ya que se utilizaría los mismos puntos de red e inclusive esto ayudará a retirar en gran parte el cableado existente que se encuentra en mal estado.

El grave problema de escalabilidad desaparecería ya que una central de VOIP tiene capacidad para crecer en extensiones y líneas telefónicas de acuerdo al servidor donde se lo aloje, pudiendo crear un clúster en caso de que se llegue a la máxima capacidad. Esto solucionará la creciente demanda de extensiones y permitirá aumentar E1's telefónicos o líneas SIP que ya se están comercializan para aumentar la capacidad de llamadas salientes del edificio.

El monitoreo es un factor a tomar en cuenta, necesario para llevar el control de la cantidad de llamadas contestadas y abandonadas de una o un grupo de extensiones, en base a un estricto control de permisos y tiempos de conexión origen/destino por extensiones, usuarios y/o grupos.

Todos estos factores justifican la realización del presente trabajo de investigación, mediante la gestión y administración de un IP-PBX de telefonía.

ALCANCE

El presente proyecto está enfocado en realizar una investigación bibliográficodescriptiva de los principales y relevantes aspectos en la utilización e implementación de VOIP en telefonía, se propondrá el hardware y software necesario para una renovación total de la central actual en el edificio Ejido, se demostrará las funcionalidades de la telefonía IP, los protocolos de comunicación y señalización, un estudio del hardware de integración entre el mundo analógico con IP mediante gateways o tarjetería FXO-FXS.

Se diseñará e implementará un prototipo-piloto de red IP en telefonía mediante un servidor IP-PBX Asterisk, el mismo que será el servidor de gestión y administración, en dicho servidor se configurará 20 extensiones IP en Quito y 5 en Guayaquil.

Se aplicará gestión de calidad de servicio y se realizará mediciones reales del comportamiento de la transmisión de los paquetes de voz y datos a través de la red corporativa con herramientas para tal efecto, con el fin de identificar los posibles problemas que se presenten en una implementación de mayor proporción de usuarios y ubicaciones en la institución, demostrando en pequeño como sería el funcionamiento de una red de telefonía IP macro.

CAPITULO 1. ANTECEDENTES

La telefonía es una de las tecnologías de telecomunicaciones que mayor impacto ha causado en la humanidad gracias a su capacidad de transmitir en vivo y atravesando grandes distancias la voz humana y con ella los sentimientos de las personas, desde que apareció el internet la telefonía como tecnología es puesta en tela de discusión después de una hegemonía casi del 100% de la PSTN¹.

La primera telecomunicación moderna, prescindiendo de los sistemas de comunicación mediante señales visuales en uso desde la antigüedad, fue la realizada por el escocés nacionalizado estadounidense Alexander Graham Bell, al transmitir por teléfono las palabras en 1876.

Sin embargo, si se considera que la función de la telefonía es transportar el sonido a distancia, se debe recordar como uno de los pioneros a Robert Hook, quien ya en 1667 describía cómo con un hilo muy tenso se podía transmitir sonido a distancias bastante largas².

Los intentos fueron muchos, pero fue el progreso del electromagnetismo³ durante el siglo XIX es lo que permitió sentar las bases de los sistemas de telecomunicaciones. El danés Hans Christian Oersted descubrió el 21 de julio de 1820 que una corriente eléctrica podía influir sobre una aguja magnética, y probó la existencia de la relación entre la corriente eléctrica y el magnetismo. Había nacido el electromagnetismo, que los inventores aplicaron enseguida para transmitir mensajes a largas distancias construyendo diferentes aparatos telegráficos.

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=electromagnetismo

¹ PSTN: *Public Switched Telephony Network* (Red de telefonía pública conmutada), el actual modelo de telefonía disponible en los hogares.

² http://www.tecnotopia.com.mx/antecedentes/telefono.htm

³ Definición dada por la Real Academia de la Lengua -

A finales de la década de 1830 se había logrado un nivel técnico aceptable para el nuevo sistema de telecomunicación llamado Telégrafo Morse⁴. Las compañías ferroviarias aprovecharon el invento para mejorar su tráfico, y los diarios de la época contribuyeron a construir una red telegráfica de alcance internacional.

La telefonía tradicional no va a dejar de ser, por algún buen tiempo, una de las redes más extendidas sobre la tierra. Es por esto que la interoperabilidad con esta tecnología, limitada pero confiable, garantizará el éxito de cualquier proyecto de adopción de telefonía IP.

1.1. LA PSTN (PUBLIC SWITCHING TELEFONY NETWORK)

A la red de telefonía que actualmente llega hasta nuestros hogares y que permite entablar conversaciones con gente dentro del país e incluso alrededor del mundo, se le conoce como Public Switching Telephone Network o PSTN. Esta red consta de cuatro elementos principales para su funcionamiento: el aparato telefónico, la transmisión, la conmutación y la señalización. El primero incluye también los periféricos como identificador de llamadas, contestadora automática de mensajes, y features propios dentro del mismo aparato.

La transmisión tiene que ver con los diversos modos de enviar la información dependiendo si es sólo voz, datos o ambos. La conmutación concierne a la manera en que están conectados los enlaces y encontrar el camino directo para la comunicación y finalmente la señalización es importante para controlar la red telefónica y administrar las conexiones.

1.1.1. EL TELÉFONO

El teléfono tiene principalmente dos funciones. La primera es la de establecer una conexión entre las dos partes, pulsando algunas teclas (DTMF's)⁵ o girando un disco lo cual genera impulsos que son convertidos y enviados a través de la línea.

⁴ En homenaje Samuel Morse, a quien creó en 1838 el alfabeto telegráfico del mismo nombre.

⁵ Termino definido al sistema de marcación por tonos, viene de las siglas *Dual Tone Multi Frecuency*

En conjunto con la señalización se localiza el destinatario, y de igual forma se encarga de terminar con la conexión. La segunda función es la de realizar la comunicación de voz entre los dos abonados mediante transductores.

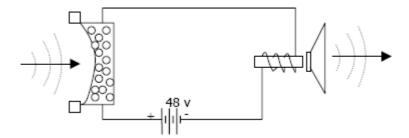


Figura 1.1. El esquema básico del teléfono Fuente: el autor.

Existen varios factores que influyen considerablemente en la conexión telefónica, las que permiten al usuario decidir si la transmisión fue aceptable o no como son: el volumen de voz que se recibe, las interferencias o ruido en la línea, la banda de frecuencias de voz que se transmite, la fidelidad de la voz, el eco, etc.

Un elemento importante en el teléfono es el supresor de eco⁶, en muchas conversaciones, sobre todo en las llamadas internacionales llega a haber retardo en la transmisión de la señal, el control del eco no se puede realizar en base a las pérdidas totales y por eso es que se emplean los supresores de eco.

Los factores previamente mencionados tienen una característica en común y es que todos están relacionados con la atenuación de la señal. Para compensar estas atenuaciones ya han sido creados elementos dentro del aparato telefónico y de los conmutadores.

⁶ El supresor de eco es un atenuador activado por voz, se coloca en uno de los caminos del circuito de 4 hilos y es comandado por la señal de voz del otro camino. –

1.1.2. ESTRUCTURA DE LA PSTN

El sistema telefónico es considerado como el conjunto de dispositivos físicos para suministrar el servicio de comunicación telefónica, que permite al hombre y a los servomecanismos entrar en comunicación cuando cierta distancia los separa. Para proporcionar adecuadamente dicho servicio, es necesario que el sistema telefónico contenga los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos específicos al principio de la llamada y desconectarlos una vez que esta se termina.

En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones imprescindibles de conmutación, señalización y transmisión. La función de conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada. La función de señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesitan para realizar la conmutación. La transmisión hace referencia al proceso de transmitir el mensaje del abonado y de las señales de control por medio del canal.

La PSTN utiliza conmutación de circuitos y su arquitectura es la siguiente:

- Abonados: son las estaciones de la red.
- Bucle local: es la conexión del abonado a la red. Esta conexión, como es de corta distancia, se suele hacer con un par trenzado.
- Centrales: son aquellos nodos a los que se conectan los abonados (centrales finales) o nodos intermedios entre nodo y nodo (centrales intermedias).
- Líneas principales: son las líneas que conectan nodo a nodo mediante multiplexación por división de frecuencias o por división en el tiempo.

El protocolo utilizado es el SS7 del inglés Signalling System 7. Este protocolo actualmente trabaja fuera de banda⁷, es decir, antes las señales de control eran

⁷ Señalización fuera de banda se refiere a la práctica de llevar la información de señalización en un diferente canal, del que se utiliza para transportar la información del usuario

pulsos que se mandaban en el mismo canal de voz lo cual no proporcionaba seguridad, en este esquema ahora las señales de control son enviadas por un canal distinto.

La conexión puede involucrar solamente la transmisión de voz entre los aparatos telefónicos a través de una sola central, o bien puede incorporar multiplicidad de eslabones que requieran de varias centrales.

1.1.2.1. Estructura de una Red Telefónica Básica

La estructura de esta red es de naturaleza jerárquica, y se pueden distinguir los siguientes niveles:

- Central Local: central a la que se conectan los abonados situados en una zona determinada.
- Central Tándem: central utilizada para conectar las distintas centrales locales de una zona que comprendan varias. Estas centrales pueden estar a su vez interconectadas entre sí.
- Centros Primarios: centros a los que se conectan las centrales locales y a través de los cuales se establecen las comunicaciones interurbanas.
- Centros Secundarios: centros a los que están conectados los centros primarios para establecer las comunicaciones interurbanas.
- Centros Terciarios, Cuaternarios: de ser necesarios se definen de modo análogo a los centros secundarios.

El sistema telefónico involucra las siguientes áreas importantes:

- Red Primaria: Involucra los órganos de Oficina Central y de Conmutación.
- Red Secundaria: Constituye la planta externa y la red de cableado.
- Red de Abonado: Es la última milla, que llega directamente al usuario.

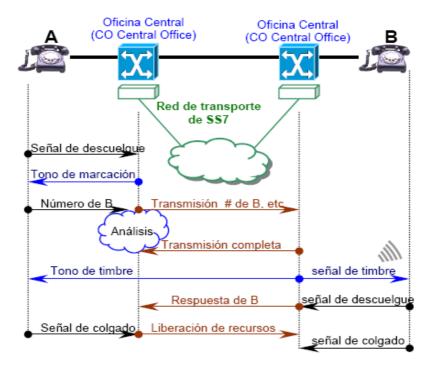


Figura 1.2. Procedimiento de establecimiento de una llamada.

Fuente: http://www.geocities.ws/jhiguera/NGN1.pdf, pag. 4

Esta arquitectura jerárquica da lugar a diferentes circuitos de interconexión, que se designan de la siguiente forma:

- Línea de abonado: circuito que conecta el Punto de Terminación de Red a la central local.
- Sistema telefónico local: conjunto formado por el aparato de abonado, la línea de abonado y el puente de alimentación.
 - ✓ NCP: Punto de conexión de red (network connection point)
 - ✓ MDF: Repartidor principal (main distribution frame)
 - ✓ FB: Fuente de alimentación (feeding bridge)
 - ✓ SP: Puntos de conmutación (switching points)

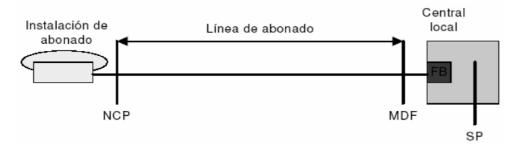


Figura 1.3 Grafico del sistema telefónico.

Fuente: el autor.

La línea de abonado proporciona una trayectoria bidireccional para las señales de voz, de llamada y de supervisión. Como el aparato telefónico y las líneas de abonado están permanentemente asociados, sus propiedades de transmisión combinadas se pueden ajustar para satisfacer su función específica en los requisitos del canal. Por ejemplo, deberá emplearse un aparato telefónico de mayor eficiencia en caso de que haya una pérdida más grande en la línea de abonado, ocasionada por el empleo de líneas más largas o de calibre más pequeño.

La voz no siempre se transmite de manera analógica, también existen tramos en los que se modula digitalmente para después regresar a su forma analógica. El muestreo de la señal de audio es de 8 Khz a 8000 bps lo que nos da un ancho de banda de 64kbps para transmitir voz, de este parámetro parten las posteriores definiciones de codificación de la señal para obtener la misma calidad en un ancho de banda menor.

La red PSTN es una red de circuitos conmutados, esto quiere decir que primero se establece un circuito entre cada usuario y luego inicia la transmisión, esto es una ventaja pues se garantiza el envío constante de la señal.

1.1.2.2. Ventajas de la red PSTN

- La transmisión se realiza en tiempo real, siendo adecuado para comunicación de voz y video.
- Acaparamiento de recursos, los nodos que intervienen en la comunicación disponen en exclusiva del circuito establecido mientras dura la sesión.
- No hay contención⁸, una vez que se ha establecido el circuito las partes pueden comunicarse a la máxima velocidad que permita el medio.
- El circuito es fijo, dado que se dedica un circuito físico específicamente para esa sesión de comunicación, una vez establecido el circuito no hay pérdidas de tiempo calculando y tomando decisiones de encaminamiento

⁸ Contención: se refiere a la compartición o agrupación de recursos en el mismo canal, si tenemos una contención 1:10, quiere decir que 10 usuarios comparten el mismo ancho de banda.

- en los nodos intermedios. Cada nodo intermedio tiene una sola ruta para los paquetes entrantes y salientes que pertenecen a una sesión específica.
- Simplicidad en la gestión de los nodos intermedios: Una vez que se ha establecido el circuito físico, no hay que tomar más decisiones para enrutar los datos entre el origen y el destino.

1.1.2.3. Desventajas

- Retraso en el inicio de la comunicación: Se necesita un tiempo para realizar la conexión, lo que conlleva un retraso en transmitir la información.
- Acaparamiento (bloqueo) de recursos: No se aprovecha el circuito en los instantes de tiempo en que no hay transmisión entre las partes. Se desperdicia ancho de banda mientras las partes no están comunicándose.
- El circuito es fijo: No se reajusta la ruta de comunicación, Una vez que se ha establecido el circuito, no se aprovechan los posibles caminos alternativos con menor coste que puedan surgir durante la sesión.
- Poco tolerante a fallos: Si un nodo intermedio falla, todo el circuito se cae,
 hay que volver a establecer las conexiones desde un inicio.

1.2. EVOLUCION HISTORICA DE LAS REDES

El campo de las redes de computación e internet traza su inicio en los años 60 cuando la red de telefonía fue la red dominante de comunicación, pero el internet tiene una larga historia construida a lo largo de todos estos años hasta la actualidad.

1.2.1. EL DESARROLLO DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES

En los años 1961-1972 es cuando J.C.R. Licklidder⁹ y Lawrence Roberts, ambos estudiantes de Leonard Kleinrocks (docente del MIT) y bajo su supervisión, son los que lideraron el programa de ciencia computacional¹⁰ para el ARPA (Advanced Research Projects Agency) en los Estados Unidos, Roberts publicó un

⁹ Biografía Joseph Carl Robnett licklidder - http://www.thocp.net/biographies/licklidder_jcr.html - http://en.wikipedia.org/wiki/J._C._R._Licklider

¹⁰ Programa de desarrollo del ARPANET - http://itsummit.kaust.edu.sa/bio-roberts.aspx

plan general para la creación del Arpanet (1967), la primera red de conmutación de paquetes y directamente el ancestro de lo que hoy llamamos internet.

Los inicios de la conmutación de circuitos fueron conocidos como *interface message procesors* o IMP's y la empresa encargada para construir estos circuitos fue la compañía BBN, en 1969 el primer IMP fue instalado en la universidad de UCLA bajo la supervisión de Kleinrocks y tres IMP's adicionales fueron rápidamente instalados en el instituto de investigación de Stanford, en la universidad de Santa Bárbara y Utah, estos 4 nodos de conexión fue el inicio rustico de lo que en el futuro sería Internet.

En 1972 Arpanet había crecido alrededor de 15 nodos y fue Robert Kahn quien dio su primera demostración pública en la conferencia internacional sobre computer's communications, el primer protocolo host-to.host entre los end systems de ARPANET conocido como protocolo de control de red (NCP por sus siglas en inglés-RFC 001) ¹¹

1.2.2. REDES PROPIETARIAS, PROLIFERACIÓN DE LAS REDES E INTERCONEXIÓN

A principios de los años 70 surgieron las primeras redes de transmisión de datos destinadas exclusivamente a este propósito, como respuesta al aumento de la demanda del acceso a redes a través de terminales para poder satisfacer las necesidades de funcionalidad, flexibilidad y economía. Se comenzaron a considerar las ventajas de permitir la comunicación entre computadoras y entre grupos de terminales, ya que dependiendo del grado de similitud entre computadoras es posible permitir que compartan recursos en mayor o menor grado.

En los años 80 se da una proliferación de redes, ARPANET fácilmente llegaría a los 100 mil host conectados, este crecimiento se debió en gran resultado por los

¹¹ Kurose James F., Computer Networking, 2006, ISBN 0-321-22735-2, p. 53.

varios esfuerzos en crear redes vinculadas a la unión de universidades, BITNET¹² proveyó email y transferencia de archivos entre varias universidades del noreste de Estados Unidos, la CSNET (Computer Science network) fue creada para unir universidades de investigación que no estaban conectados en ARPANET, en 1986 la NSFNET (National Science Foundation Network) fue creada para dar acceso a entidades dedicadas a la investigación y la educación.

Basada en los protocolos de ARPANET, la NSFNET creó un servicio troncal de ámbito nacional ofrecido de forma gratuita a todas las instituciones educativas y de investigación de los Estados Unidos.

Al mismo tiempo, se crearon redes regionales para conectar instituciones particulares al servicio troncal nacional, NSFNET empezó con un backbone inicial de 56 kbps llegando hasta 1.5 Mbps para el final de la década.

Para 1983 ocurrió la implementación oficial del protocolo TCP/IP como el nuevo estándar de comunicación reemplazando al NCP.

NSFNET crecía rápidamente a medida que la gente descubría su potencial y que se creaban nuevas aplicaciones de software para facilitar el acceso. Corporaciones como Sprint y AT&T comenzaron a crear sus propias redes, conectándolas a NSFNET.

La National Science Foundation (NSF) se ha ido retirando del negocio de las redes troncales, a medida que empresas comerciales y otros proveedores de servicios de red e internet se han ido encargando del funcionamiento de las principales arterias de Internet.

¹² BITNET, término definido a la primera red entre universidades, sus siglas vienen del inglés "Because It's Time Network"

1.2.3. LA EXPLOSIÓN DEL INTERNET

El principal evento de los 90's fue la emersión del World Wide Web, lo cual introdujo el internet a millones de personas alrededor del mundo en hogares y negocios, la Web también ha servido como plataforma para desarrollar cientos de nuevas aplicaciones entre ellas comercio electrónico y bancario, servicios multimedia, etc.

Las innovaciones a partir de esta década continúan a paso rápido, los avances se están realizando en todos los frentes, pero requieren especial merito la proliferación de acceso a redes de alta velocidad, incluyendo las redes wireless, el desarrollo de la telefonía IP, la implementación de seguridades y las redes de P2P.

1.2.4. REDES CONMUTADAS

Cuando los datos hay que enviarlos a medianas y largas distancias generalmente deben pasar por varios nodos intermedios, estos nodos son los encargados de conducir los datos para que lleguen a su destino, los enlaces entre nodos están multiplexados en el tiempo o por división de frecuencias. Generalmente hay más de un camino entre dos estaciones, para así poder desviar los datos por el camino menos colapsado.

Para que la información enviada por un terminal, sea recibida en el otro extremo, las redes y las arquitecturas mediante las que se implementan establecen un camino entre los extremos por el que viaja la información. Como las redes de comunicaciones no unen directamente a todos los usuarios con el resto, -sino que tienen una estructura jerárquica-, es necesario contar con un procedimiento de encaminamiento¹³ que dirija la información sea este un flujo continuo o esté paquetizada hacia su destinatario.

¹³ Término dedicado a los routers o encaminadores quienes son los encargados de dirigir el tráfico de acuerdo a cada salto

1.2.5. REDES DE COMUNICACIÓN.

Las redes de comunicación se diseñan y construyen en arquitecturas que pretenden servir a sus objetivos de uso. Por ejemplo, existen necesidades de intercambio de información entre usuarios que obligan a mantener un flujo continuo de información, o al menos que la información llegue sin retardos considerables para el usuario y sin desordenar los paquetes de datos en los que se ha descompuesto el flujo de información, pues de lo contrario se altera su significado, este es el caso de la voz o en muchos casos del vídeo.

También es posible utilizar arquitecturas que se basan en un flujo discontinuo de información formado por paquetes separados de datos. Estas arquitecturas son típicas de sistemas donde la información es discontinua de forma natural, el ejemplo más común es el uso del correo electrónico.

En las redes WAN se utilizan casi exclusivamente dos tecnologías de conmutación que se diferencian en la forma en que los nodos realizan la conmutación de la información entre los enlaces que forman el camino desde el origen hasta el destino.

1.2.6. ARQUITECTURA DE REDES DE COMUNICACIÓN

Existen dos tipos básicos de arquitecturas de redes de comunicación: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. En la conmutación de circuitos, el camino (circuito) entre los extremos del proceso de comunicación se mantiene de forma permanente mientras dura la comunicación, de forma que es posible mantener un flujo continuo de información entre dichos extremos, este es el caso de la telefonía convencional. Su ventaja principal radica en que una vez establecido el circuito su disponibilidad es muy alta, puesto que se garantiza el camino entre ambos extremos independientemente del flujo de información. Su principal inconveniente reside en consumir muchos recursos del sistema mientras dura la comunicación, independientemente de lo que en la realidad pudiera requerir.

En la conmutación de paquetes no existe un circuito permanente entre los extremos y la red solamente se dedica a encaminar paquete a paquete la información entre los usuarios. En la práctica esto significa que los paquetes en los que se ha dividido la información pueden seguir caminos diferentes. Su principal ventaja es que únicamente consume recursos del sistema cuando se envía o se recibe un paquete, quedando el sistema libre para manejar otros paquetes con otra información o de otros usuarios.

No todas las redes de telecomunicaciones pueden ser clasificadas como redes de conmutación de paquetes o de circuitos puras; sin embrago esta fundamental clasificación dentro de las redes de conmutación de paquetes y circuitos es un excelente punto de inicio para entender las tecnologías de redes de telecomunicaciones¹⁴

1.3. CONMUTACION POR CIRCUITOS (Circuit Switching)

La conmutación de circuitos es un método de transferencia de datos que consiste en establecer un circuito dedicado en una red.

Es decir, en el momento de la comunicación se reserva un circuito de líneas de comunicación entre el nodo remitente y el nodo receptor para que se puedan enviar datos a través de él. El circuito se vuelve a liberar cuando se completa la transmisión.

Es el método usado particularmente por la red telefónica pública conmutada (PSTN). Al reservar una línea telefónica entre dos hablantes, la red puede garantizar que la transferencia de datos tenga el mejor rendimiento posible. En la comunicación mediante voz es sumamente esencial que no se corte la línea cuando se transmite la señal.

Debido a que cada nodo conmutador debe saber organizar el tráfico y las conmutaciones, éstos deben tener la suficiente "inteligencia" como para realizar

¹⁴ Kurose James F., Computer Networking, 2006, ISBN 0-321-22735-2, p. 15

su labor eficientemente. La conmutación de circuitos suele ser bastante ineficiente ya que los canales están reservados aunque no circulen datos a través de ellos. Para tráfico de voz, en que suelen circular datos (voz) continuamente, puede ser un método bastante eficaz ya que el único retardo es el establecimiento de la conexión, y luego no hay retardos de nodo en nodo al estar ya establecido el canal y no tener que procesar ningún nodo ninguna información.

La conmutación de circuitos, a pesar de sus deficiencias, es el sistema más utilizado para conectar sistemas informáticos entre sí a largas distancias ya que una vez establecido el circuito, la red se comporta como si fuera una conexión directa entre las dos estaciones, lo que ahorra bastante lógica de control.

1.3.1. ARQUITECTURA

Una red diseñada en torno a un único nodo de conmutación de circuitos consiste en un conjunto de estaciones conectadas a una unidad central de conmutación. El conmutador central establecerá un canal dedicado entre cualquiera de los dispositivos que deseen comunicarse.

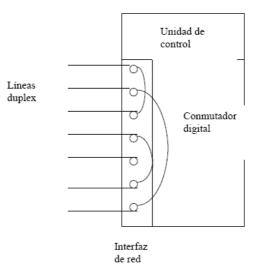


Figura 1.4. Conmutación del circuito.

Fuente: el autor

En la figura 1.4 se muestran los elementos principales de una red de un solo nodo. La parte central es el conmutador digital, cuya función es proporcionar una ruta transparente entre cualquiera de los dispositivos conectados. El camino es

transparente en el sentido de que parece como si existiese una conexión directa entre los dispositivos. El elemento de interfaz de red incluye las funciones y el hardware necesarios para conectar dispositivos digitales como ordenadores o teléfonos digitales. Las líneas principales a otros conmutadores digitales transportan señales TDM¹⁵ y facilitan los canales para la construcción de redes de varios nodos.

Su funcionamiento pasa por las siguientes etapas: solicitud, establecimiento, transferencia de archivos y liberación de conexión.

Para cada conexión entre dos estaciones, los nodos intermedios dedican un canal lógico a dicha conexión. Para establecer el contacto y el paso de la información de estación a estación a través de los nodos intermedios, se requiere lo siguiente:

1.3.1.1. Establecimiento del circuito

El emisor solicita a un cierto nodo el establecimiento de conexión hacia una estación receptora. Este nodo es el encargado de dedicar uno de sus canales lógicos a la estación emisora y de encontrar los nodos intermedios para llegar a la estación receptora, para ello tiene en cuenta ciertos criterios de encaminamiento, de coste, etc.

1.3.1.2. Transferencia de datos

Una vez establecido el circuito exclusivo para esta transmisión (cada nodo reserva un canal para cada transmisión), la estación se transmite desde el emisor hasta el receptor, conmutando sin demoras de nodo en nodo debido a que estos nodos tienen reservado un canal lógico para el efecto.

1.3.1.3. Desconexión del circuito

Ya terminada la transferencia, el emisor o el receptor indican a su nodo más inmediato que ha finalizado la conexión, y este nodo informa al siguiente de este

¹⁵ TDM – Método utilizado en conmutación de circuitos para la multiplexación de la señal

hecho y luego libera el canal dedicado, así de nodo en nodo hasta que todos han liberado este canal.

Los nodos solamente pueden conectar a otros nodos, a estaciones o a estaciones y otros nodos, los enlaces ente nodos usualmente son multiplexados por FDM o TDM.

1.4. MULTIPLEXACIÓN

Un circuito en un enlace se implementa ya sea con multiplexación por división de frecuencia (FDM) o multiplexación por división en el tiempo (TDM).

1.4.1. MULTIPLEXACIÓN CON FMD

Con FDM, el espectro de frecuencia del acoplamiento es compartido entre las conexiones establecidas a través del enlace, específicamente dicho acoplamiento dedica una banda de frecuencia para cada conexión por la duración de la conexión, en redes de telefonía, la frecuencia tiene típicamente un ancho de banda de 4 Khz (4,000 ciclos por segundo). Las estaciones de radio FM también usan FDM para compartir el espectro de frecuencia entre 88 MHz y 108 MHz.

1.4.2. MULTIPLEXACIÓN POR TDM

En TDM, el tiempo es dividido en frames de duración fija y cada frame es dividido en un número fijo de time slots¹⁶, cuando la red establece la conexión a través del enlace, la red dedica un time slot en cada frame para la conexión. Dichos time slot están dedicados para uso exclusivo de esta conexión, con un time slot disponible para utilizar (en cada frame) para la trasmisión de los datos.

La figura 1.5., ilustra FDM y TDM para una red especifica que soporta hasta 4 circuitos, para FDM el dominio de frecuencia es segmentado en cuatro bandas, cada una con un ancho de banda de 4 KHz, para TDM el dominio en el tiempo es segmentando en frames, con 4 time slots en cada frame, a cada circuito se le asigna el mismo slot dedicado de forma sucesiva en los frames TDM.

¹⁶ Intervalo de tiempo en el cual dos dispositivos son aptos para interconectarse http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/time+slot

Para TDM, la velocidad de transmisión de un circuito es igual al número de frames multiplicado por el número de bits en cada slot, por ejemplo, si el enlace trasmite 8000 cuadros por segundo y cada slot consiste de 8 bits, entonces la tasa de transmisión de un circuito es de 64 Kbps.

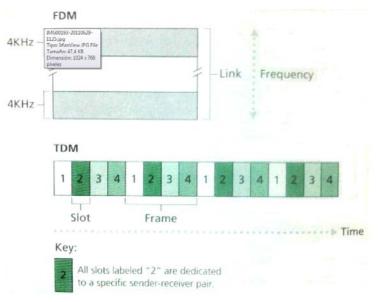


Figura 1.5. Multiplexación por FDM y TDM:

Fuente: Kurose James F., Computer Networking, p.18

Con FDM, cada circuito continuamente obtiene una fraccion del ancho de banda, con TDM, cada circuito obtiene todo el ancho de banda periódicamente durante breves intervalos de tiemp, llamados franjas de duración.

Los defensores de la conmutación de paquetes siempre han argumentado que la conmutación de circuitos está desperdiciada debido a que los circuitos dedicados están desocupados durante periodos de silencio, por ejemplo cuando una persona en una llamada teléfonica se detiene de hablar, los recursos desocupados de la red (bandas de frecuencia o slots en el circuito a lo largo de toda la ruta de conexión) no pueden ser utilizados por otras conexiones en curso. Otro ejemplo de la subutilización de recursos que podemos citar es, consideremos a un radiólogo quien utiliza una red de conmutación de circuitos para acceder remotamente a placas de rayos X, el radiólogo establece la conexión, solicita la imagen, contempla y revisa la imagen y despues solicita otra imagen, los recursos

de la red son desperdiciados durante los periodos en el que el radiologo revisaba o comtemplaba la imagen, los que proponen la conmutación de paquetes también disfrutan de señalar que el establecimiento de los circuitos end-to-end y la reserva de ancho de banda es complicada y requiere de complejo software de señalización para coordinar la operación de los switches a lo largo de toda la ruta de conexión end-to-end.

1.4.3. EJEMPLO NUMÉRICO

Para una mayor comprensión del tema, se detalla un ejercicio matemático, consideremos el tiempo que tarda en enviar un archivo de 640,000 bits desde el host A al host B sobre una red de conmutación de circuitos, se supone que todos los enlaces en la red utilizan TDM con 24 slots y a una velocidad de 1536 Mbps, también se supone que toma 500 ms para establecer el circuito end-to-end antes de que el host A pueda empezar la tramisión del archivo, entonces cada circuito tiene una velocidad de transmisión de (1536 Mbps) /24 = 64 Kbps, es decir se necesita (640.000 bits)/(64 kbps) = 10 segundos para transmitir el archivo, a estos 10 segundos adicionamos el tiempo del establecimeinto del circuito (500 ms), da 10.5 segundos para enviar el archivo, tomemos en cuenta que el tiempo de transmisión es independiente del número de enlaces; es decir el tiempo de transmisión sería de 10 segundos si el circuito end-to-end pasa a través de una conexión o cientos de ellas.

1.5. CONMUTACION POR PAQUETES (Packet Switching)

Debido al auge de las transmisiones de datos, la conmutación de circuitos es un sistema muy ineficiente ya que mantiene el circuito ocupado por mucho tiempo aun cuando no hay información circulando por él. Además de que requiere que los dos sistemas conectados trabajen a la misma velocidad, cosa que no suele ocurrir hoy en día debido a la gran variedad de sistemas que se comunican.

1.5.1. DEFINICIÓN

La conmutación de paquetes es un método de comunicación de red que agrupa todos los datos transmitidos independientemente del contenido, tipo o estructura llamados paquetes, la red sobre la que los paquetes son trasmitidos es una red compartida la cual enruta cada paquete independientemente de los otros y asigna recursos a la transmisión de acuerdo a lo necesitado.

Los datos se transmiten en paquetes cortos, para transmitir grupos de datos más grandes, el emisor trocea estos grupos en paquetes más pequeños y les adiciona una serie de bits de control, en cada nodo el paquete se recibe, se almacena durante un cierto tiempo y se transmite hacia el emisor o hacia un nodo intermedio.

Los principales objetivos de la conmutación de paquetes es optimizar la utilización de la capacidad del enlace en redes de telecomunicación digital como redes de computadoras, para minimizar la latencia¹⁷ en la transmisión e incrementar la robustez de la comunicación al atravesar los adaptadores de red, switches de capa 2 y 3, routers y otros nodos de red, los paquetes son encapsulados y se ponen en cola dando por resultado retardo y rendimiento de procesamiento variable, dependiendo de la carga del tráfico en la red.

Los recursos de la red son manejados por multiplexación estadística¹⁸ o en las cuales un canal físico de comunicación se divide con eficacia en un número arbitrario de secuencias de datos lógicas de los canales variable-bit-rate o data streams, cada data stream consiste en una secuencia de paquetes los cuales son remitidos normalmente por un nodo de red asincrónicamente que usa, first in-first out buffering (FIFO)¹⁹.

Alternativamente, los paquetes se pueden remitir según una cierta disciplina de previsión por colas o calidad de servicio diferenciada o garantizada.

¹⁸ Asignación dinámica del ancho de banda y recursos, bajo demanda en lugar de predefinida – Ross Keith W., Computer Networking, 2006, ISBN 0-321-22735-2, p. 21.

¹⁷ Tiempo en que demora el circuito en llegar desde el inicio del mismo hasta su destino.

¹⁹ Término utilizado del acrónimo primero en llegar, primero en salir, utilizado en estructuras de datos para implementar colas - http://www.science-dictionary.com/definition/FIFO-queue.html

Cualquier dato en el buffer introduce variaciones en la latencia y el rendimiento en la transmisión.

El servicio proporcionado realmente al usuario por las redes usando nodos de conmutación de paquetes puede ser conmutación de líneas sin conexión (connectionless service) basado en mensajes del datagrama, o circuitos virtuales conocidos como conexión orientada (connection-oriented Service).

Algunos protocolos sin conexión son IP, UDP, los protocolos de conmutación de paquetes por conexión orientada incluye Frame Relay, ATM, MPLS (Multiprotocol Label Switching) y TCP.

En redes con conexión orientada, cada paquete se etiqueta con un *ID address*, la información de la dirección solamente es trasferida a cada nodo durante la configuración de la fase de conexión cuando una entrada se agrega a cada tabla de la conmutación en los nodos de red.

En redes sin conexión cada paquete es etiquetado con la dirección de destino y puede ser etiquetado con el número de secuencia del paquete. Esto imposibilita la necesidad de una trayectoria dedicada para ayudar al paquete a encontrar la vía a su destino. Cada paquete es enviado y puede tomar diversas rutas, ya en el destino los datos o el mensaje original es re-ensamblado en el orden correcto basado en la secuencia del número del paquete.

1.5.2. CONMUTACIÓN EN REDES IP

El uso más conocido de la conmutación de paquetes es el Internet y las redes de área local LAN, el Internet utiliza el internet protocol (IP) sobre una variedad de protocolos en la capa de enlace, como Ethernet y Frame relay entre los más comunes y tecnologías más nuevas como la de los teléfonos celulares (GPRS, GSM, etc).

Si no existiese una técnica de conmutación en la comunicación entre dos nodos, se tendría que enlazar en forma de malla. Una ventaja adicional de la conmutación de paquetes, (además de la seguridad de transmisión de datos) es que como se parte en paquetes el mensaje, éste se está ensamblando de una manera más rápida en el nodo destino, ya que se están usando varios caminos para transmitir el mensaje, produciéndose un fenómeno conocido como "transmisión en paralelo²⁰". Además, si un mensaje tuviese un error en un bit de información, y estuviésemos usando la conmutación de circuitos, tendríamos que retransmitir todo el mensaje, mientras que con la conmutación de paquetes solo hay que retransmitir el paquete con el bit afectado

Adicionalmente únicamente consume recursos del sistema cuando se envía o se recibe un paquete, quedando libre para manejar otros paquetes con otro tipo de información, sin embargo en el esquema de la conmutación de paquetes su encabezado es más grande, por lo que.

- Los paquetes forman una cola y se transmiten lo más rápido posible.
- Permiten la conversión en la velocidad de los datos.
- La red puede seguir aceptando datos aunque la transmisión se hará lenta.
- Existe la posibilidad de manejar prioridades (si un grupo de información es más importante que los otros, será transmitido antes que dichos otros).

Existen dos amplias clases de redes de conmutación de paquetes, redes de datagramas y redes de circuitos virtuales, estos difieren en la técnica de conmutación de cada uno.

1.5.2.1. Datagramas

El método de los Datagramas es considerado el método más sensible ya que no tiene fase de establecimiento de llamada, el paso de datos es más seguro, no todos los paquetes siguen una misma ruta y los paquetes pueden llegar al destino en desorden debido a que su tratamiento es independiente. Un paquete se puede destruir en el camino, cuya recuperación es responsabilidad de la estación de destino, esto da a entender que el resto de paquetes están intactos.

²⁰ Transmisión en paralelo, significa que varios bits son transmitidos simultáneamente.

Cada paquete se trata de forma independiente; es decir, el emisor enumera cada paquete, le añade información de control y lo envía hacia su destino

1.5.2.2. Circuitos Virtuales

Los Circuitos Virtuales son los más utilizados, su funcionamiento es similar al de redes de conmutación de circuitos, esto quiere decir que se establece la ruta previa a la transmisión por medio de paquetes de petición de llamada, (se pide una conexión lógica al destino) y de Llamada Aceptada (en caso de que la estación destino esté apta para la transmisión envía este tipo de paquete); establecida la transmisión, se da el intercambio de datos y una vez terminado se presenta el paquete de petición de liberación (aviso de que la red está disponible); es decir, que la transmisión ha llegado a su fin.

Cada paquete tiene un identificador de circuito virtual en lugar de la dirección del destino, los paquetes se recibirán en el mismo orden en que fueron enviados. Este sistema es similar a la conmutación de circuitos, pero se permite a cada nodo mantener multitud de circuitos virtuales a la vez.

Prestaciones de los Circuitos Virtuales frente a los Datagramas

- El encaminamiento en cada nodo sólo se hace una vez para todo el grupo de paquetes, por lo que los paquetes llegan antes a su destino.
- Todos los paquetes llegan en el mismo orden del de partida ya que siguen el mismo camino.
- En cada nodo se realiza detección de errores, por lo que si un paquete llega erróneo a un nodo, éste lo solicita otra vez al nodo anterior antes de seguir transmitiendo los siguientes.

Contras de los Circuitos Virtuales frente los Datagramas

- En datagramas no hay que establecer llamada (para pocos paquetes, es más rápida la técnica de datagramas).
- Los datagramas son más flexibles, es decir que si hay congestión en la red una vez que ya ha partido algún paquete, los siguientes pueden tomar caminos diferentes (en circuitos virtuales, esto no es posible).

• El envío mediante datagramas es más seguro ya que si un nodo falla, sólo un paquetes se perderá (en circuitos virtuales se perderán todos).

De lo estudiado referente a Conmutación de Paquetes se recalca los siguientes puntos

Eficiencia

Cada enlace se comparte entre varios paquetes que estarán en cola para ser enviados en cuanto sea posible. En conmutación de circuitos, la línea se utiliza exclusivamente para una conexión, aunque no haya datos a enviar.

Velocidad de transmisión

Se permiten conexiones entre estaciones de velocidades diferentes: esto es posible ya que los paquetes se irán guardando en cada nodo conforme lleguen mediante colas y se irán enviando a su destino.

Fiabilidad

No se bloquean llamadas ya que todas las conexiones se aceptan, aunque si hay muchas, se producen retardos en la transmisión que serán estudiados más adelante.

Priorización

Se pueden usar prioridades en el tráfico, un nodo puede seleccionar de su cola de paquetes en espera de ser transmitidos, aquellos más prioritarios según ciertos criterios de prioridad.

1.6. SEÑALIZACIÓN

En las redes de conmutación de circuitos las señales de control son el medio para gestionar la red y para establecer, mantener y finalizar las llamadas, intercambiando información entre el abonado y los conmutadores, entre los conmutadores entre sí y entre los conmutadores y el centro de gestión de red.

1.6.1. FUNCIONES DE LA SEÑALIZACIÓN

 Comunicación audible con el abonado, que incluye el tono de marcar, el tono de llamada, la señal de ocupado etc.

- Transmisión del número marcado a las centrales de conmutación que intentarán establecer la conexión.
- Transmisión de información entre conmutadores indicando que una llamada dada no se puede establecer.
- Transmisión de información entre conmutadores indicando que una llamada ha finalizado y que la ruta puede desconectarse.
- Generación de la señal que hace que el teléfono suene.
- Transmisión de información con fines de tarifación.
- Transmisión de información indicando el estado de los equipos, las líneas para emplear en el encaminamiento, mantenimiento y diagnóstico de fallos.

A la señalización la podemos agrupar en cuatro categorías:

- Las señales de control son mensajes que se transfieren entre los conmutadores y entre el conmutador y el centro de gestión de red. De este modo la señalización de control de red es una red distribuida de computadores que se especializan en el transporte de mensajes de control cortos, estas señales se encargan de informar acerca de la disponibilidad del abonado llamado y de los recursos de la red necesarios
- Las señales de direccionamiento identifican al abonado, inicialmente se genera una señal de dirección por parte de un abonado origen cuando marca un número de teléfono, la dirección resultante se puede propagar a través de la red para permitir el encaminamiento y así localizar y hacer que suene el teléfono del abonado destino.
- Las señales de información sobre la llamada proporcionan al abonado información acerca del estado de la llamada y son señales audibles y se emplean para el establecimiento y cierre de la llamada.
- Las señales de gestión de red se utilizan para el mantenimiento y funcionamiento general de la red. Estas señales pueden tener forma de mensajes como por ejemplo una lista de rutas predefinidas enviadas a una estación para la actualización de sus tablas de encaminamiento.

1.6.2. SEÑALIZACIÓN INTRACANAL

La señalización de control tradicional en redes de conmutación de circuitos se ha realizado a través de la propia línea principal o intracanal. En la técnica de señalización intracanal se usa el mismo canal para las señales de control y la llamada propiamente dicha, este tipo de señalización comienza en el abonado origen y sigue la misma ruta que la llamada.

1.6.2.1. Intracanal Intrabanda

Es en donde se utiliza la misma banda de frecuencias que las señales de voz, con la ventaja de que las señales de control tienen las mismas propiedades electromagnéticas que las señales de voz, pudiendo llegar a los mismos lugares que éstas, sus principales desventajas para las actuales redes son que tiene una velocidad de transferencia de información muy limitada y adicional a esto el canal de voz solo puede ser utilizado mediante las señales de control cuando no hay señales de voz en el circuito.

1.6.2.2. Intracanal Fuera de banda

Señalización en la cual se aprovecha el hecho de que las señales de voz no utilizan todo el ancho de banda de 4 Khz. asignado, y se hace uso de una banda de señalización estrecha e independiente para el envío de señales de control, con la ventaja de que estas señales se pueden enviar también cuando no hay voz en el canal, lo que permite la supervisión y control continuo de la llamada. Esta señalización tiene un muy pequeño ancho de banda y es dificultoso transmitir a tiempo los mensajes de control, además de que existe un retardo desde que un abonado introduce una dirección (marcar el número) hasta que la conexión se establece.

1.6.3. SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN

En la señalización por canal común las señales de control se transmiten por rutas completamente independientes de los canales de voz, es decir podemos agrupar las señales de control de varios canales de voz en un canal común, lo que hace que sea menos susceptible a las interferencias entre la señal de abonado y la de control reduciendo el retardo de establecimiento de llamada

A pesar de la mayor complejidad de la técnica de señalización por canal común, la reducción de costes en el hardware digital y el creciente carácter digital de las redes de telecomunicaciones hacen que esta técnica sea la adecuada. No obstante siempre será necesaria la señalización intracanal para la comunicación con el abonado (tono de marcar, señal de indicación de llamada y señal de ocupación).

El esquema de señalización por canal común más usado es el Sistema de señalización Número 7 (SS7 Signaling System number 7) que proporciona el control interno y la inteligencia esenciales a una RDSI²¹.

1.6.4. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN

La ITU-T²² y la ANSI han estandarizado al protocolo SS7 para disponer la interconexión de cualquier operador y cualquier red, por lo que es reconocido como el principal sistema para transportar información de señalización entre redes fijas e inalámbricas de voz, redes de paquetes y plataformas de red inteligente. La infraestructura del SS7 existente debe enfrentarse a un incremento considerable del tráfico de señalización en todas las redes.

Dentro de los sistemas por canal común encontramos el sistema de señalización Nº 7, el cual constituye el más potente protocolo de señalización, por el amplio vocabulario de señales que posee es idóneo en diversas aplicaciones, es decir, tiene capacidad para la integración de diferentes servicios, así como la prestación de nuevos servicios. Dicho sistema utiliza una vía o canal común a cierto número de canales de voz para transmitir toda la información de señalización correspondiente a esos canales, lo cual significa que los circuitos de conversación existentes para cursar el tráfico entre centrales no poseen medios individuales de señalización y que todos los mensajes transmitidos por el enlace común, deben

.

²¹ RDSI – Red Digital de Servicios Integrados

²² ITU-T (International Telecomunications Union), organización encargada de normalización y estandarización de las telecomunicaciones.

contener la identificación del circuito de conversación al que pertenece el mensaje.

1.6.4.1. Componentes básicos para un sistema de señalización

- Los SP o Puntos de Señalización, son el software y hardware necesario dentro de las centrales digitales, cuya función es la de procesar la señalización para realizar la conexiones de las llamadas. Todas las centrales en esta plataforma están unidas a un SP, un ejemplo puede ser un receptor de mensajes de control incapaz de procesar mensajes que no vayan destinados directamente a él, o un centro de control de red.
- Los STP o Puntos de Transferencia de Señalización son el software y hardware cuya función es encaminar los mensajes de señalización para que puedan dialogar los distintos SP, es decir los STP podrían ser un nodo de encaminamiento puro, pudiendo realizar las funciones propias de un punto final origen/destino de comunicaciones en la red.

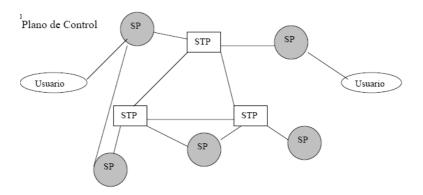


Figura 1.6. Sistema de señalización SS7.

Fuente: el autor

El objetivo global del SS7 consiste en proporcionar un sistema de señalización por canal común de aplicación general internacional estándar optimizado para el funcionamiento en redes de telecomunicaciones digitales, que pueda satisfacer exigencias presentes y futuras de transferencia de información para el dialogo entre procesadores dentro de las redes de telecomunicaciones, para el control de la llamadas, de control a distancia y de señalización de gestión y mantenimiento; y

además ofrezca un medio seguro de transferencia de información en la secuencia correcta y sin pérdidas ni duplicaciones.

Actualmente las redes son heterogéneas, el SS7 está disponible para todos los tipos de redes (fijas móviles, red inteligente y red de próxima generación) y sus aplicaciones pueden ser transportadas vía todas las tecnologías de red, tal como TDM, ATM e IP.

1.6.5. SEÑALIZACIÓN DIGITAL ISDN (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS)

La ISDN (Red Digital de Servicios Integrados) es definida como una red que procede por evolución de la Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados²³.

Se resume entonces que ISDN es una red que procede por evolución de la red telefónica existente y que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere, esta tecnología nos permite llegar digitalmente hasta los abonados y brindar servicios de valor agregado de telefonía y datos, adicional utiliza la norma ITU-T protocolo Q.931 para señalización.

1.6.5.1. Arquitectura de la ISDN

La arquitectura de ISDN visto desde el punto de vista del modelo OSI consta de 3 capaz.

 Capa 1 o física establece como son los formatos de las tramas ISDN. Estas tramas tienen 48 bits de largo, de los cuales 36 contienen datos y 12 se utilizan para control y sincronismo.

²³ Definición de ISDN dada por la ITU-T - http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-I.120-199303-I!!PDF-E&type=items

- Capa 2 o de enlace es la que realiza el control de errores y el control de flujo. Esta capa es llamada LAPD (Link Access Procedure, D Channel).
- Capa 3 o de red es la que permite el intercambio de información entre origen y destino, mediante la implementación de mensajería. La red ISDN contiene un sistema de mensajes, entre los que se pueden mencionar "Setup", "Alerting", "Connect", "Release", "User Information²⁴", etc, similar a los mensajes que envía SIP para el establecimiento de la comunicación, requeridos para el intercambio entre el origen y el destino.

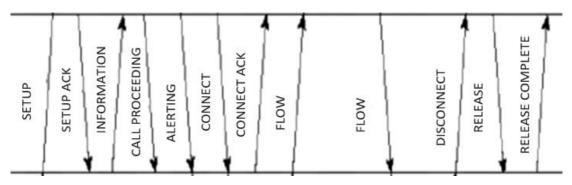


Figura 1.7. Intercambio de mensajes típico en el establecimiento de una sesión ISDN. Fuente: el autor.

Como ISDN es esencialmente indiferente a las capas de usuario de la 4 a la 7, el acceso concierne únicamente a las capas de la 1 a la 3. Las diferencias con el modelo OSI son múltiples protocolos interrelacionados, llamadas multimedia y conexiones multipunto.

1.6.5.2. Estructura de ISDN

Está definido por 2 estructuras siguientes.

Acceso Básico BRI

Es el tipo de conexión más común en ISDN, se compone de dos canales tipo B full-duplex de 64 Kbps utilizados para la transmisión de información del usuario (voz, datos, etc.), y de un canal tipo D full-duplex de 16 Kpbs utilizado para la señalización.

²⁴ Mensajes indicadores del estado del Call Flow en ISDN

A esto se le suma la división en tramas, la sincronización, y otros bits adicionales y dan una velocidad total a un punto de acceso básico BRI de 192 kbps.

2B+D+señalización+framing

Acceso Primario (PRI)

El acceso primario está enfocado a usuarios con requisitos de capacidad mayores, tales como PBX o grandes servidores de acceso remoto a redes de área local principalmente.

Debido a las diferencias en las jerarquías de transmisión digital usadas en distintos países, no es posible lograr un acuerdo en una única velocidad de los datos.

Estados Unidos, Japón y Canadá usan una estructura de transmisión basada en 1,544 Mbps, conocido como T1, mientras que en Europa la velocidad estándar es 2,048 Mbps, y se llama E1, el estándar europeo se ha aplicado para los países de Sudamerica. Típicamente, la estructura para el canal de 1,544 Mbps es 23 canales B más un canal D de 64 kbps y para velocidades de 2,048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 kbps:

Acceso PRI	Velocidad	Utilizado	Nombre
30B(64)+D(64)+señalización+framing	1,544 Mbps	US, JAPON, CANADA	T1
23B(64)+D(64)+señalización+framing	2,048 Mbps	EUROPA, LA	E1

Cuadro 1.1. Estándares utilizados de acceso ISDN PRI.

Canal tipo B²⁵

Los canales tipo B se emplean para transportar cualquier tipo de información de los usuarios, bien sean datos de voz o datos informáticos a una velocidad de transmisión de 64Kbps, dichos canales no se encargan de transportar información de control sobre la ISDN, sirve además como base para cualquier otro tipo de

-

²⁵ Canal Portador – Bearer Channel

canales de datos de mayor capacidad que se obtienen por combinación de canales tipo B.

La información en los canales tipo B una vez que ha sido establecida la llamada se transmite de un modo totalmente transparente a través del protocolo TCP/IP.

Canal tipo D²⁶

El canal de control de la llamada o canal D también se le denomina como canal de señalización, y permite el establecimiento, monitorización y control de la conexión ISDN, es el responsable incluso de generar los timbres de llamada. Está definido por la recomendación Q.931 (ITU-T 1.451)²⁷, aunque en la actualidad, algunos países siguen normas propietarias. La señalización dentro de la red se realiza mediante la norma SS7 de la ITU-T, la misma empleada para la operación sobre líneas analógicas.

Estos canales pueden transportar datos cuando no se utilizan para control y trabajan a 16Kbps o 64kbps según el tipo de servicio contratado.

Canales H

Al combinar varios canales B se obtienen canales tipo H, que también son canales para transportar solo datos de usuario, pero a velocidades mucho mayores. Por ello se emplean para información como audio de alta calidad o vídeo.

Los canales tipos B y D se agrupan, a su vez, en diferentes tipos o grupos

1.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACION

1.7.1. PROTOCOLO TCP/IP

TCP/IP es el protocolo común utilizado por todos los ordenadores conectados a Internet, de manera que éstos puedan comunicarse entre sí. Hay que tener en cuenta que en Internet se encuentran conectados ordenadores de clases muy diferentes y con hardware y software incompatibles en muchos casos, además de

²⁶ Canal de datos y Señalización –Data Channel (D)

²⁷ Recursos de red ISDN - http://www.rhyshaden.com/isdn.htm

todos los medios y formas posibles de conexión. Aquí se encuentra una de las grandes ventajas del TCP/IP, pues este protocolo se encargará de que la comunicación entre todos sea posible y además compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware.

1.7.1.1. Arquitectura del TCP/IP

El modelo de arquitectura del protocolo TCP/IP es más simple que el modelo OSI, como resultado de la agrupación de diversas capas en una sola así, por ejemplo, la capa de presentación desaparece pues las funciones a definir en ellas se incluyen en las propias aplicaciones. Lo mismo sucede con la capa de sesión, cuyas funciones son incorporadas a la capa de transporte. Finalmente la capa de enlace de datos no suele usarse en dicho paquete de protocolos.

TCP/IP no es un único protocolo, es en realidad un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI. Los dos protocolos más importantes son el TCP (Transmission Control Protocol) y el IP (Internet Protocol), que son los que dan nombre al conjunto. En Internet se diferencian cuatro niveles o capas en las que se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI de la siguiente manera:

- Aplicación: Se corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios, tales como correo electrónico (SMTP), transferencia de ficheros (FTP), conexión remota (TELNET) y el de acceso a la web HTTP (Hypertext Transfer Protocol).
- Transporte: Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de este nivel, tales como TCP y UDP, se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.
- Internet: Es el nivel de red del modelo OSI. Incluye al protocolo IP, que se encarga de enviar los paquetes de información a sus destinos

correspondientes. Es utilizado con esta finalidad por los protocolos del nivel de transporte.

Enlace: Los niveles OSI correspondientes son el de enlace y el nivel físico.
 Los protocolos que pertenecen a este nivel son los encargados de la transmisión a través del medio físico al que se encuentra conectado cada host, como puede ser una línea punto a punto o una red Ethernet.

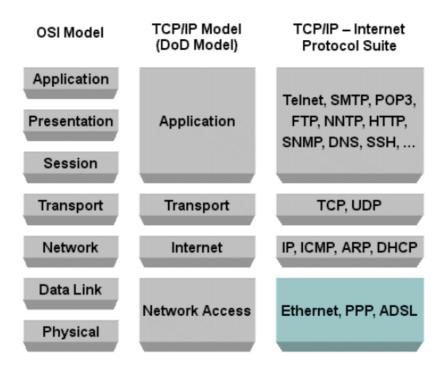


Figura 1.8. Correspondencia entre modelos OSI y TCP Fuente: http://bit.kuas.edu.tw/~csshieh/teach/np/tcpip/osi.gif

El TCP/IP necesita funcionar sobre algún tipo de red o de medio físico que proporcione sus propios protocolos para el nivel de enlace de Internet. Por este motivo hay que tener en cuenta que los protocolos utilizados en este nivel pueden ser muy diversos y no forman parte del conjunto TCP/IP. Sin embargo, esto no debe ser problemático puesto que una de las funciones y ventajas principales del TCP/IP es proporcionar una abstracción²⁸ del medio

²⁸ Abstracción: posibilidad de intercambio de información entre medios diferentes y tecnologías que inicialmente son incompatibles.

Para transmitir información a través de TCP/IP, ésta debe ser dividida en unidades de menor tamaño. Esto proporciona grandes ventajas en el manejo de los datos que se transfieren y por otro lado, esto es algo común en cualquier protocolo de comunicaciones. En TCP/IP cada una de estas unidades se los llama datagramas²⁹ y son conjuntos de datos que se envían como mensajes independientes.

1.7.1.2. Encapsulación de los Datos

A medida que los paquetes pasan de una capa a la otra, los protocolos que trabajan en las capas le agregan información al paquete, la cual será leída por los protocolos de la misma capa del equipo que recibirá el paquete que se está enviando. A esta información se le llama header o cabecera. Cada capa encapsula o reempaqueta los datos que provienen de la capa de aplicación dentro de otro paquete que contiene la cabecera del protocolo de la capa.

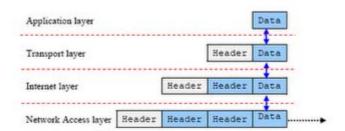


Figura 1.9 Encapsulación de los datos

Fuente: http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/encapsulacion-tcp-ip.gif

En cada nivel, el paquete de datos cambia su aspecto porque se le agrega un encabezado. Por lo tanto, las designaciones cambian según las capas:

 El paquete de datos se denomina mensaje en el nivel de la capa de aplicación

²⁹ Unidad Fundamental de Información difundida a través de cualquier red utilizando el protocolo IP - http://www.its.bldrdoc.gov/projects/devglossary/_ip_datagram.html

- El mensaje después se encapsula en forma de segmento en la capa de transporte
- Una vez que se encapsula el segmento en la capa de Internet, toma el nombre de datagrama
- Finalmente, se habla de trama en el nivel de capa de acceso a la red.

	ТСР	UDP
Capa de Aplicación	Flujo	Mensaje
Capa de Transporte	Segmento	Paquete
Capa de Internet	Datagrama	Datagrama
Capa de Acceso a la Red	Trama	Trama

Cuadro 1.2. Designación del paquete de acuerdo a la capa que atraviesa

1.7.2. PROTOCOLO TCP

El protocolo TCP posibilita una transmisión confiable de datos, detectando a los paquetes perdidos y retransmitiéndolos, de tal forma que toda la información sea entregada en el destino. TCP realiza esto creando un circuito virtual que conecta al origen y el destino, manejando la información para las aplicaciones como si fuera una línea continua de bytes sin límites entre paquetes, de tal suerte que la aplicación entienda el contenido como un solo tren de bytes.

TCP al mismo tiempo asegura el control de flujo y el control de congestión usando una estrategia basada en ventana, en otras palabras, implementa un protocolo de ventana deslizante, denotada por w, que se adapta a las condiciones de la red:

- Control de flujo: Es la función de adaptar la velocidad de transmisión a la capacidad del receptor, de forma que el emisor no sature el búfer del receptor al transmitir demasiado tráfico en poco tiempo.
- Control de congestión: Es la función de adaptar la velocidad de transmisión al ancho de banda disponible en la red. Se enfoca en la cantidad de datos

transmitidos sobre la red, de manera que la red pueda manejar ésta cantidad. La congestión se manifiesta cuando existen demasiados paquetes perdidos y el retardo es demasiado largo³⁰

Para asegurarse de que toda la información haya llegado correctamente, TCP pide al destino que envíe un acuse de recibo, ACK, por cada paquete que recibe. Así puede saber qué paquetes llegaron correctamente y cuáles deben ser reenviados, así comienza enviando un paquete y va duplicando la cantidad de paquetes enviados, crece la ventana w, hasta que llega el acuse de pérdida y la cantidad de paquetes a enviar es reducido a la mitad.

El manejo de esta ventana w es muy importante ya que si es constante no se ajusta a la capacidad de la red, si es muy grande la posibilidad de pérdidas es muy grande, y si es muy pequeña subutiliza el canal.

Para prevenir la congestión en la red, TCP dispone de dos mecanismos

- Slow start: El crecimiento del tamaño de la ventana del emisor es exponencial.
- Congestion avoidance: El crecimiento del tamaño de la ventana del emisor es lineal.

1.7.3. PROTOCOLO UDP

El protocolo UDP fue inicialmente desarrollado para aquellas aplicaciones que no requieren la confiabilidad que ofrece TCP.

El principio de UDP es ofrecer un servicio de modo simple, un protocolo no orientado a la conexión, que permita la multiplexión/demultiplexión de paquetes desde diferentes aplicaciones en la misma máquina y una sencilla revisión de errores.

³⁰ Control de la congestión, Miranda Campos Karen, Evaluación de algoritmos de control de retardo en Voz sobre Internet, 2008, p.8

http://mcyti.izt.uam.mx/~kmiranda/docs/MastersThesis.pdf

La arquitectura de UDP radica en que no establece una conexión antes de comenzar el envío de paquetes, cada segmento de UDP es manejado independientemente de los otros, no necesita recibir un acuse de recibo para enviar el siguiente paquete, el encabezado de los paquetes es más pequeño, la tasa de envío de paquetes es irregular, y no implementa algoritmos para el control de la congestión.

El campo de segmento checksum funciona para asegurar la integridad de la información transmitida. El emisor coloca el complemento a 1 de todas la palabras de 16-bits en el segmento UDP y lo coloca en el campo checksum. Cuando el paquete es recibido se realiza una suma de todas las palabras de 16-bits, y si el resultado sólo contiene 1's, entonces el segmento llegó sin errores.

Una aplicación puede usar UDP y corregir la pérdida de paquetes sin la necesidad de usar las funciones implementadas en TCP.

Existen varias aplicaciones que hacen uso de UDP sobre TCP, por ejemplo el DNS para las traducciones de direcciones, SNMP utiliza a UDP para el monitoreo de la red y por supuesto las aplicaciones multimedia utilizan a UDP para la trasmisión de voz y video.

1.7.4. PROTOCOLO IP (INTERNET PROTOCOL) VERSIÓN 4.

IP es un protocolo que pertenece al nivel de red, por tanto es utilizado por los protocolos del nivel de transporte como TCP para encaminar los datos hacia su destino. IP tiene únicamente la misión de encaminar el datagrama, sin comprobar la integridad de la información que contiene, para ello se utiliza una nueva cabecera que se antepone al datagrama que se está tratando.

Sus principales características son:

- Protocolo no orientado a la conexión.
- Fragmenta paquetes si es necesario.
- Direccionamiento mediante direcciones lógicas IP de 32 bits.
- Si un paquete no es recibido, este permanecerá en la red durante un tiempo finito.

- Realiza el mejor esfuerzo³¹ para la distribución de paquetes.
- Tamaño máximo del paquete de 65635 bytes.

1.7.4.1. Fragmentación de datagramas IP

El tamaño máximo de un datagrama es de 65536 bytes. Sin embargo, este valor nunca es alcanzado porque las redes no tienen suficiente capacidad para enviar paquetes tan grandes. Además, las redes en Internet utilizan diferentes tecnologías por lo tanto el tamaño máximo de un datagrama varía según el tipo de red.

La fragmentación del datagrama se lleva a cabo a nivel de router, es decir, durante la transición de una red con una MTU³² grande a una red con una MTU más pequeña, si el datagrama es demasiado grande para pasar por la red, el router lo fragmentará, es decir, lo dividirá en fragmentos más pequeños que la MTU de la red, de manera tal que el tamaño del fragmento sea un múltiplo de 8 bytes.

El datagrama se fragmentará si es más grande que la MTU de la red, en redes Ethernet el MTU es de 1500 bytes.

Suponiendo que el protocolo TCP ha sido el encargado de manejar el datagrama antes de pasarlo al IP, la estructura del mensaje una vez tratado quedaría así:

Cabecera IP	Cabecera TCP	Datos
(20 byte)	(20 byte)	

Cuadro 1.3. Datagrama en TCP.

³¹ Best Effort delivery, método que utiliza IP para la entrega de paquetes, lo hará lo mejor posible pero sin proveer ninguna garantía de que los datos sean entregados – Sheldon Tom, Encyclopedia of Networking and Telecomunication, McGraw-Hills, 1998, p. 832

³² MTU, la cantidad máxima que un paquete puede llevar en la capa de enlace es llamada Maximum transmisión unit ya que cada datagrama Ip es encapsulado dentro de la capa de enlace para ser transportado de un router al próximo – Kurose James F, Computer Networking, 2006, ISBN 0-321-22735-2, p. 328.

La cabecera IP tiene un tamaño de 160 bit y está formada por varios campos de distinto significado. Estos campos son:

4-bit	8-1	oit	16-bit	32-bit	
Ver.	Hea Len		Type of Service	Total Length	
ı	Identification		Flags Offse		
Time To Live	o P		rotocol	Checksum	
Source Address					
Destination Address					
Options and Padding					

Figura 1.10. Niveles de la cabecera IP.

Fuente: el autor

- Versión: Número de versión del protocolo IP utilizado. Tendrá que tener el valor 4. Tamaño: 4 bit.
- Longitud de la cabecera: (Internet Header Length, IHL) Especifica la longitud de la cabecera expresada en el número de grupos de 32 bit que contiene. Tamaño: 4 bit.
- **Tipo de servicio:** El tipo o calidad de servicio se utiliza para indicar la prioridad o importancia de los datos que se envían, lo que condicionará la forma en que éstos serán tratados durante la transmisión. Tamaño: 8 bit.
- Longitud total: Es la longitud en bytes del datagrama completo, incluyendo la cabecera y los datos. Como este campo utiliza 16 bit, el tamaño máximo del datagrama no podrá superar los 65.535 bytes, aunque en la práctica este valor será mucho más pequeño. Tamaño: 16 bit.
- Identificación: Valor de identificación que se utiliza para facilitar el ensamblaje de los fragmentos del datagrama. Tamaño: 16 bit.
- Flags: Indicadores utilizados en la fragmentación. Tamaño: 3 bit.
- Fragmentación: Contiene un valor (offset) para poder ensamblar los datagramas que se hayan fragmentado. Está expresado en número de grupos de 8 bytes (64 bit), comenzando con el valor cero para el primer fragmento. Tamaño: 16 bit.

- Límite de existencia: Contiene un número que disminuye cada vez que el paquete pasa por un sistema. Si este número llega a cero, el paquete será descartado. Esto es necesario por razones de seguridad para evitar un bucle infinito, ya que aunque es bastante improbable que esto suceda en una red correctamente diseñada, no debe descuidarse esta posibilidad. Tamaño: 8 bit.
- Protocolo: El número utilizado en este campo sirve para indicar a qué protocolo pertenece el datagrama que se encuentra a continuación de la cabecera IP, de manera que pueda ser tratado correctamente cuando llegue a su destino. Tamaño: 8 bit.
- Comprobación: El campo de comprobación (checksum) es necesario para verificar que los datos contenidos en la cabecera IP son correctos. Por razones de eficiencia este campo no puede utilizarse para comprobar los datos incluidos a continuación, sino que estos datos de usuario se comprobarán posteriormente a partir del campo de comprobación de la cabecera siguiente, y que corresponde al nivel de transporte. Este campo debe calcularse de nuevo cuando cambia alguna opción de la cabecera, como puede ser el límite de existencia. Tamaño: 16 bit.
- Dirección de origen: Contiene la dirección del host que envía el paquete.
 Tamaño: 32 bit.
- Dirección de destino: Esta dirección es la del host que recibirá la información. Los routers o gateways intermedios deben conocerla para dirigir correctamente el paquete. Tamaño: 32 bit.

El protocolo IP identifica a cada ordenador que se encuentre conectado a la red mediante su correspondiente dirección denominado dirección IP, esta dirección es un número de 32 bit que debe ser único para cada host, y normalmente se representa como cuatro cifras de 8 bit separadas por puntos.

1.8. DIRECCIONAMIENTO IP

Las direcciones IP o de internet (IP Address) se utilizan para identificar tanto al ordenador en concreto como la red a la que pertenece, de manera que sea posible distinguir a los ordenadores que se encuentran conectados a una misma

red. Con este propósito, y teniendo en cuenta que en Internet se encuentran conectadas redes de tamaños muy diversos, se establecieron tres clases diferentes de direcciones, las cuales se representan mediante tres rangos de valores:

1.8.1. DIRECCIONES CLASE A

Son las que en su primer byte tienen un valor comprendido entre 1 y 126, incluyendo ambos valores. Estas direcciones utilizan únicamente este primer byte para identificar la red, quedando los otros tres bytes disponibles para cada uno de los hosts que pertenezcan a esta misma red. Esto significa que podrán existir más de dieciséis millones de ordenadores en cada una de las redes de esta clase. Este tipo de direcciones es usado por redes muy extensas, pero hay que tener en cuenta que sólo puede haber 126 redes de este tamaño.

1.8.2. DIRECCIONES CLASE B

Estas direcciones utilizan en su primer byte un valor comprendido entre 128 y 191, incluyendo ambos. En este caso el identificador de la red se obtiene de los dos primeros bytes de la dirección, teniendo que ser un valor entre 128.1 y 191.254. Los dos últimos bytes de la dirección constituyen el identificador del host permitiendo por consiguiente, un número máximo de 64516 ordenadores en la misma red. Este tipo de direcciones tendría que ser suficiente para la gran mayoría de las organizaciones grandes. En caso de que el número de ordenadores que se necesita conectar fuese mayor, sería posible obtener más de una dirección de clase B, evitando de esta forma el uso de una de clase A.

1.8.3. DIRECCIONES CLASE C

En este caso el valor del primer byte tendrá que estar comprendido entre 192 y 223, incluyendo ambos valores. Este tercer tipo de direcciones utiliza los tres primeros bytes para el número de la red, con un rango desde 192.1.1 hasta 223.254.254. De esta manera queda libre un byte para el host, lo que permite que se conecten un máximo de 254 ordenadores en cada red. Estas direcciones permiten un menor número de host que las anteriores, aunque son las más

numerosas pudiendo existir un gran número redes de este tipo (más de dos millones).

Clase Primer byte Identificac	Identificación de red	Identificación	Número	Número de	
	identificación de red	de hosts	de redes	hosts	
А	1 126	1 byte	3 byte	126	16.387.064
В	128 191	2 byte	2 byte	16.256	64.516
С	192 223	3 byte	1 byte	2.064.512	254

Cuadro 1.4. Tabla de clases de direcciones IP

1.9. INTRODUCCIÓN A LA VOZ SOBRE EL PROTOCOLO IP

Tanto los servicios de datos como el de voz han sido soportados en las empresas por redes y tecnologías diferentes. En el caso del tráfico de voz se ha utilizado las redes telefónicas tradicionales basadas en conmutación de circuitos estudiado anteriormente, se utiliza un ancho de banda fijo de 64Kbps y el precio de la llamada es fijado de acuerdo a la duración y el destino. Por su parte el tráfico de datos se caracteriza por ser un tráfico no continuo y la información es transportada en paquetes sin reserva de recursos alguna.

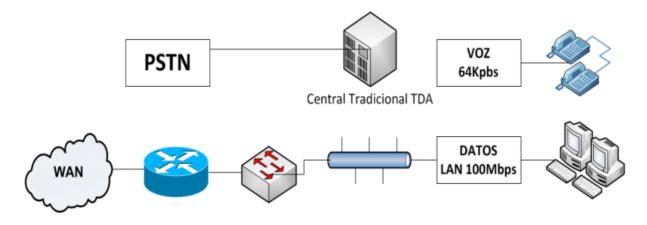


Figura 1.11. Topología de voz y datos tradicionales.

Fuente: el autor

Pero en la actualidad la telefonía IP es una realidad en las empresas grandes, medianas y pequeñas, con la tendencia de integrar el tráfico de voz en una única red de datos, obteniendo ventajas en costes³³ y muchas funcionalidades.

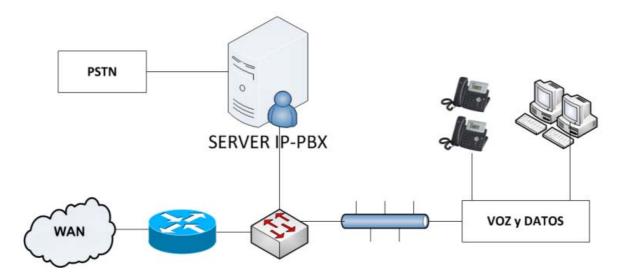


Figura 1.12. Topología de voz y datos actuales.

Fuente: el autor

1.9.1. CONVERGENCIA DE LAS REDES

La convergencia de redes de voz, video y datos se ha vuelto muy popular recientemente en el mercado empresarial pequeño y mediano debido a los avances en la tecnología. En el presente resulta más fácil y menos costosa implementar y administrar la convergencia en una red en lugar de dos o tres diferentes.

Las redes convergentes ofrecen opciones que no existían con anterioridad, ahora se pueden unir las comunicaciones de voz y video directamente en el sistema de una computadora personal de un usuario o empleado mediante la utilización de software especial (Softphone), no es necesario contar con un aparato telefónico o un equipo para videoconferencias costosos, si se utiliza el software en lugar de un teléfono físico, una empresa puede realizar la conversión a redes convergentes con rapidez porque no hay gastos de capital en la adquisición de teléfonos IP y

³³ A esto se lo llama Toll by pass que significa enrutar las llamadas por el enlace de datos y no por la red PSTN

con la incorporación de cámaras Web económicas, se pueden agregar videoconferencias a un costo relativamente muy bajo.

1.9.2. CONCEPTOS GENERALES EN TELEFONÍA IP

Telefonía IP, término genérico para la prestación de servicios vocales, facsímil y servicios conexos, parcial o totalmente por redes basadas en IP con conmutación de paquetes. La telefonía IP también puede incluir aplicaciones que integren/incorporen la transmisión de señales vocales y facsímil con otros medios tales como textos e imágenes³⁴.

La Telefonía IP es mirado como un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet o redes de Área Local empleando el protocolo IP, es una tecnología que está cambiando la manera de comunicación de las organizaciones, hace posible la unificación de la red de voz y datos permitiendo que tráfico de ambas redes se transmita sobre una sola red IP, hay que tener en cuenta además que la voz está constituida por señales de tipo analógico lo que obliga a muestrearla (8000 veces por segundo) y codificarla en un flujo de bits a 64 Kb/s, es decir, la voz se digitaliza.

Aunque los términos VoIP y telefonía IP son tratados regularmente como sinónimos es importante no confundirlos y haremos una diferenciación en los conceptos; al utilizar el término VOIP nos referimos a la tecnología que permite que la voz sea transmitida sobre una red IP y el termino de Telefonía IP (IPT) se refiere a la utilización de la misma, que incorpora y emplea las funcionalidades más avanzadas de los sistemas tradicionales PBX, permitiendo llamadas telefónicas sobre redes IP u otras redes usando un PC, gateways³⁵ y teléfonos.

El QoS³⁶ constituye otro punto crucial para garantizar el despliegue masivo de VoIP debido a los problemas existentes actualmente en términos de la elevada

³⁴ Definición dada por la ITU-T

³⁵ Equipos encargados de unir el mundo análogo con el digital

³⁶ Término definido a políticas de calidad de servicio (Quality of Service) que garanticen el tráfico adecuado de la voz

probabilidad de pérdida de paquetes, por la latencia y por el jitter, algo que hace que la calidad de servicio aparezca como el punto débil de VoIP, que proviene fundamentalmente de la necesidad de empaquetar la voz y del carácter no orientado a la conexión que no permite garantizar niveles determinados.

La interoperabilidad en VoIP se define como la capacidad de que equipos de diferentes fabricantes puedan trabajar conjuntamente, algo que en la actualidad está experimentando una fuerte acogida.

La norma del protocolo H.323 está dando paso a nuevos estándares con los enfoques para estándares como MGCP (Media Gateway Control Protocol) y SIP (Session Initiation Protocol) que están apoyados por organismos de normalización como la ITU (International Telecommunications Union), IETF (Internet Engineering Task Forrce) y ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Internet es una red en la que no dispone de un camino fijo para cada sesión de comunicación establecida; por tanto los paquetes se van enrutando por el camino más práctico o más óptimo en ese momento³⁷, lo que hace que cada paquete del conjunto que constituye un flujo de información pueda seguir diferentes caminos atravesando diferentes nodos hasta llegar a su destino; son los routers³⁸ los que tienen que decidir a dónde y por qué lugar se envían los paquetes, de forma que una vez que los paquetes llegan al router, estos se almacenan y se envían de acuerdo al lugar de destino indicado por sus cabeceras, un proceso que consume tiempo y genera que se introduzcan retardos, unos retardos que no son de gran importancia cuando se trata de transmitir datos, pero se convierten en un problema cuando se transmite voz.

En la actualidad VOIP se encuentra operando en un ambiente heterogéneo que se extiende más allá del internet. Las llamadas de voz necesitan tener el

³⁷ Connectionless, modo de transmisión no orientado a la conexión.

³⁸ Equipo de comunicación encargado del enrutamiento de los paquetes desde un salto a otro hasta que llega al destino

potencial de ser encaminadas sobre una variedad de diferentes redes incluidas las redes locales, PBX's, PSTN, internet, redes LAN, WAN y de NGN.

El resultado de dicho ambiente es que ahora existen numerosas vías en la cuales VOIP puede ser implementada.

- PC to PC. Ambos, llamante y recipiente deben usar headsets conectados a su PC.
- PC to PSTN. Solamente el llamante usa el headset. El recipiente recibe la llamada de la forma tradicional.
- PSTN to PSTN: El llamante utiliza un adaptador IP en su teléfono tradicional y la llamada es recibida en un teléfono tradicional, pero la llamada viaja sobre una red IP.
- IP phone to PSTN: El llamante utiliza un teléfono IP, y la llamada se transfiere desde la red IP hacia la red telefónica vía gateway.
- IP phone to IP phone. La llamada viaja sobre una red IP punto a punto

1.9.3. FACTORES QUE AFECTAN A UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP

Un sistema de telefonía es impactado con una serie de factores que comprometen los servicios que se prestan, estos factores brevemente descritos son los siguientes:

Retardo

Tiempo que los paquetes toman desde el origen al destino y de vuelta. Si este se mantiene dentro de los límites correspondientes los usuarios pueden mantener una conversación sin inconvenientes.

Latencia

A la latencia se define como los retardos acumulados.

Jitter

Es la variación en el tiempo de llegada de los paquetes debido a ciertos factores, el valor límite para Jitter es de 100ms.

Eco

El eco es una reflexión retardada de la señal acústica original, este produce un retorno de la señal en los altavoces.

Perdida de paquetes

El número o porcentaje de paquetes que son descartados, pueden producirse por una alta tasa de error en los medios de enlace.

1.9.4. MODO DE OPERACIÓN DE LA VOIP

Al conectarse al internet, el ISP³⁹ asigna una dirección IP que permite diferenciarse del resto de PC's en el mundo y conectarse a ellas⁴⁰, todo se encuentra conectado en el Internet, servidores webs, de correo, etc., también además de usar el protocolo IP, se usa el TCP, el cual permite encaminar la información hasta su destino. Por ello cuando se ingresa a una página Web, el protocolo ARP traduce el dominio a una dirección IP y el protocolo TCP lo encamina hacia el servidor.

En la VOIP se ha estandarizado el uso del protocolo UDP, la diferencia de no usar TCP es que UDP no reenvía los paquetes perdidos, esto es muy importante ya que no servirá de nada volver a transmitir un paquete perdido, en cambio escuchar un espacio vació (sin sonido) hace más natural una comunicación de audio, el tiempo de lo que dure este tiempo será dispuesto según la cantidad de pérdida de paquetes.

Adicionalmente VOIP utiliza el RTP que ayuda a que los paquetes sean entregados en un determinado tiempo, utilizando redes públicas es dificultoso garantizar calidad de servicio, un mejor servicio es posible con redes privadas correctamente administradas, por ello la importancia de una aplicación de QoS idónea.

³⁹ Internet Service Provider, empresas encargadas de entregarnos el servicio de acceso al internet

⁴⁰ Esta asignación de direccionamiento de igual forma ocurren en redes LAN mediante Servidores DHCP o asignación de direcciones estáticas de acuerdo a la red

1.9.4.1. Proceso básico que envuelve a una llamada de VOIP

- Conversión de la señal de voz análoga del llamante en un formato digital
- Conversión y traducción de la señal digital en paquetes IP discretos
- Transmisión de los paquetes sobre la red de internet o redes basadas en IP
- Reversar la traducción de paquetes en una señal de voz análoga hacia el recipiente de la llamada

La digitalización y transmisión de la voz análoga como un stream de paquetes es realizada sobre una red de datos digitales que pueden llevar los paquetes a través del protocolo IP, esta red puede ser una LAN, el internet u otras redes interrelacionadas.

1.9.4.2. Codificación/Decodificación de la voz

El proceso de compresión es realizado a través de un códec, un algoritmo de codificación de la voz, el cual permite que la llamada sea transmitida a través de la red IP y con un determinado ancho de banda, las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay, ATM, etc.

Codificadores de audio

En las aplicaciones multimedia los codificadores se usan para comprimir la señal de voz, imágenes o video, y de esta forma alcanzar una transmisión de señales entre fuente y destino confiable.

Uno de los parámetros de los codificadores de audio es su frecuencia de muestreo, que se elige de acuerdo al Teorema de Nyquist. Sea f(t) una señal de audio, con componente máxima de frecuencia f max . Si se toman muestras de f(t) al menos al doble de su frecuencia máxima, entonces el Teorema de Nyquist establece que es posible recuperar la señal a partir de sus muestras.

Origen	Estándar	Método	Tasa de bit[kbps]	Retardo[ms]	Calidad [E-model]
ITU-T	G.711	PCM	64	0.125	94.3
ITU-T	G.726	ADPCM	32	0.125	87.3
ITU-T	G.728	LD-CELP	16	0.625	87.3
ITU-T	G.729A	CS-ACELP	8	10	84.3
ITU-T	G.723.1	MP-MLQ	6.3	30	79.3
ETSI	GSM-EFR	ACELP	12.2	20	89.3

Figura 1.13. Tabla de codificadores de audio.

Fuente: http://mcyti.izt.uam.mx/~kmiranda/docs/MastersThesis.pdf

E-model

Este modelo evalúa la calidad de la voz usando una medida subjetiva R que tiene un rango de 0 a 100, la mejor tasa equivale a la mejor calidad. La calidad del audio es aceptable si está dentro del rango de 70 a 100, esto quiere decir que la calidad es equiparable con la que ofrece la PSTN.

Proceso de codificación del audio

Generalmente una señal de audio se convierte a una señal digital de la siguiente manera:

- La señal analógica es muestreada a una tasa fija. El valor de cada muestra es un número real dado.
- Cada muestra es redondeada a uno de los valores de números finitos. Esta operación es referida como cuantificación. El número de valores finitos es una potencia de 2.
- Cada uno de los niveles de cuantificación se representa por un número fijo de bits. Cada muestra se convierte a su representación en bits. Las representaciones en bits de todas las muestras se concatenan para formar la representación digital de la señal. Esta señal digital puede entonces ser convertida a una señal analógica; sin embargo, esta señal decodificada es usualmente distinta a la señal de audio original.
- Mediante el incremento de la tasa de muestreo y el número de valores de cuantificación la señal decodificada puede aproximarse con mayor exactitud a las señal analógica original. Así, existe un compromiso entre la calidad de la señal decodificada y los requerimientos de ancho de banda y

de almacenaje de la señal digital. Cada codificador utiliza un método diferente para la compresión de la voz.

1.9.4.3. Digitalización de la Voz

La voz se digitaliza en paquetes de datos, se la envía a través de la red y la reconvierte a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM⁴¹ (Pulse Code Modulation) por medio del codificador/decodificador de voz generalmente un códec, la comprensión dependerá del tipo de códec.

Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red LAN o WAN.

En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso.

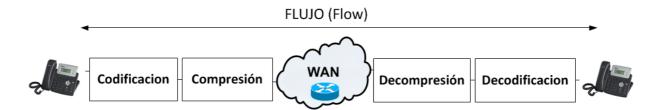


Figura 1.14. Flujo de un circuito de voz comprimido

Fuente: el autor

Dependiendo de la forma en la que la red este configurada, el router o el gateway pueden realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el router o el gateway realizan todas las funciones mencionadas anteriormente.

⁴¹ PCM: Codificador de forma de onda que lleva a cabo únicamente una conversión analógico-digital de la señal y una cuantificación de las muestras obtenidas, proporcionando 64 Kbps de salida - Huidobro, José M; Roldán, David, Integración de voz y datos, ISBN 84-481-3850-3, pág. 139

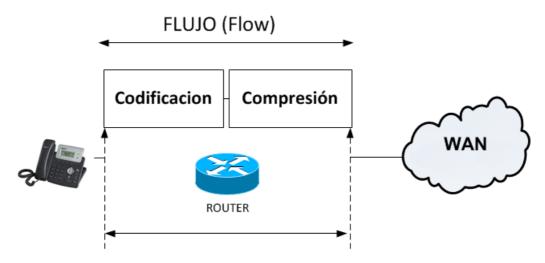


Figura 1.15. Arquitectura de compresión en VOIP mediante router o gateway

Fuente: el autor

En cambio, si el dispositivo utilizado es un PBX o IP-PBX⁴², entonces es este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el router solo se dedica a procesar y a encapsular las muestras PCM de los paquetes de voz que le ha enviado el PBX.

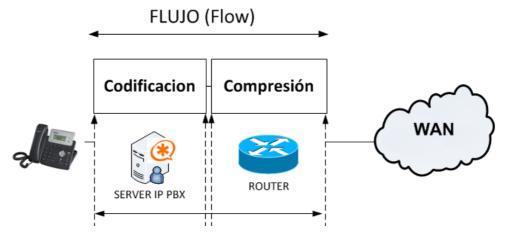


Figura 1.16. Arquitectura de compresión en VOIP mediante IP-PBX (Asterisk)

Fuente: el autor

Para el caso de transportar voz sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP (Gateway), este es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos

⁴² Equipo que soporta las funciones de PBX normal pero en un mundo totalmente IP - http://www.asterisk.org/applications/pbx

IP para ser transportados a través de la red. Del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original transportándola de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última milla para ser remitido al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Una vez que la llamada ha sido establecida, la voz será digitalizada y entonces transmitida a través de la red en tramas IP. Las muestras de voz son primero encapsuladas en RTP (protocolo de transporte en tiempo real) y luego en UDP (protocolo de datagrama de usuario) antes de ser transmitidas en una trama IP.

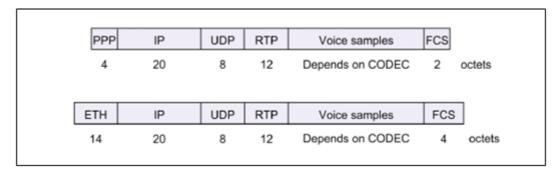


Figura 1.17. Encapsulamiento de una trama de VoIP.

Fuente: http://telefoniausandovoip.blogspot.com/2011/01/encapsulamiento-deuna-trama-voip.html

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización. El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar las clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad. El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el administrador de la red. La señalización alerta a las estaciones terminales y a los elementos de la red el estado de la conexión.

CAPITULO 2. BANCO UNIVERSAL UNIBANCO

2.1. RESEÑA HISTÓRICA

UNIBANCO se fundó en 1964 como Banco de Cooperativas del Ecuador S.A., treinta años después, en 1994 cambia su nombre a Banco Universal S.A. Unibanco. Los nuevos accionistas definieron entonces una nueva orientación de la entidad hacia la oferta de soluciones financieras para la vida diaria de miles de ecuatorianos, muchos de ellos previamente excluidos del sistema financiero formal.



Figura 2.1. UNIBANCO Banco Universal S.A., 2011

2.2. LA INSTITUCIÓN

Desde el año 2000, UNIBANCO ha incorporado al sistema financiero nacional a más de 1.100.000 de ecuatorianos no atendidas por la banca tradicional, con un ingreso promedio mensual de 250 dólares.

Entre los 295 mil clientes, más del 50% se ha incorporado al sistema financiero a través de las puertas de Unibanco, lo que le convierte en el primer banco de inclusión del país y el segundo banco más grande en número de clientes de crédito.

"Nuestro trabajo es ofrecer soluciones financieras a miles de ecuatorianos, garantizando seguridad y rentabilidad a nuestros inversionistas. Somos un banco inclusivo; lo nuestro es la inclusión financiera y social" 43.

⁴³ Ing. Andrés Jervis, Presidente Ejecutivo UNIBANCO desde 2006

Para Unibanco la verdadera inclusión financiera es precisamente otorgar crédito - con responsabilidad- a quienes lo necesitan, y el banco trata de hacerlo brindando la confianza, el servicio, la agilidad y la oportunidad que la gente requiere, mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos a través de las microfinanzas, el ahorro y la inversión.

Unibanco ha sido la puerta de entrada al sistema financiero mediante pequeños créditos y ha ofrecido a miles de familias la construcción de un historial crediticio y de un aprendizaje en el manejo de herramientas financieras, lo cual les permite ir creciendo progresivamente dentro del sistema financiero y acceder a múltiples servicios que ofrece la formalidad, esto más allá del crédito pequeño o microcrédito de consumo y de soluciones financieras integrales de vanguardia y especialmente diseñadas para las necesidades diarias de los ecuatorianos por sus montos, plazos, agilidad y flexibilidad que la institución brinda.

Para los clientes depositantes, UniBanco ofrece una combinación de rentabilidad atractiva y de bajo riesgo a fin de consolidar su confianza en la institución, el manejo de las operaciones es de manera conservadora, excediendo permanentemente los principales indicadores exigidos por los organismos de control como son liquidez, patrimonio, provisiones, etc.

Todo esto le ha permitido crecer de manera importante al banco en saldos de captaciones y la capacidad de otorgar crédito inclusivo a miles de ecuatorianos.

2.2.1. ENFOQUE DEL NEGOCIO

Unibanco se caracteriza por ser líder en microfinanzas, constituyéndose en una organización altamente especializada y flexible, que se destaca por el talento y compromiso de sus colaboradores y el uso de tecnología de punta, ésta es su visión y hacia su consecución trabaja todos los días.

Valora el esfuerzo de la gente y lo demuestra especializándose en conocer sus necesidades para ofrecerle soluciones para su vida diaria. De hecho, los recursos que brinda son en su mayoría destinados a cubrir necesidades del diario vivir, desde alimentación, a vestimenta, salud y educación, rubros que representan el 50% del uso del micro-crédito de consumo otorgado por Unibanco.

Su slogan es -Unibanco, dedicado a ti-, una frase que trata de transmitir a sus clientes que "somos parte de la vida cotidiana de ellos, y nos esforzamos por entender y atenderles cada día mejor" 44

2.2.2. VISIÓN

Ser líder en microfinanzas, constituyéndose en una organización altamente especializada y flexible, que se destaca por el talento y compromiso de sus colaboradores y el uso de tecnología de punta.

2.2.3. MISIÓN

Contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, a través de una atención oportuna y confiable a sus necesidades en las áreas de microfinanzas, ahorro e inversión.

2.2.4. VALORES INSTITUCIONALES

El prestigio y éxito alcanzados son el resultado de contar con un selecto grupo humano que diariamente engrandecen a nuestra cultura institucional que está basada en principios y valores morales que son el pilar de la organización:

- **Integridad**: Mantener toda relación y comunicación con honestidad, transparencia y respeto mutuo.
- Responsabilidad: Hacer las cosas bien desde el principio y con perseverancia, en beneficio de nuestros clientes y de la sociedad.
- **Compromiso:** Trabajar con lealtad, entusiasmo y proactividad, identificándonos con nuestra Organización y aportando a su desarrollo.
- **Solidaridad:** Pensar en los demás y ayudarnos mutuamente, por el bien común y el de la sociedad en su conjunto

⁴⁴ Elizabeth García, Gerente de Marketing y Servicio al Cliente.

• Confianza: Mantener la credibilidad ante nuestros clientes y la comunidad.

2.3. INFRAESTRUCTURA BANCARIA

La Red bancaria de UNIBANCO está constituida por 48 agencias a nivel nacional, distribuidas de la siguiente manera: 20 agencias en Pichincha, 16 agencias en la provincia del Guayas, 2 Sucursales en Sto domingo de los Tsáchilas, Portoviejo y Manta, 1 Sucursal en las provincias de Ibarra, Latacunga, Ambato, Riobamba, Loja y Cuenca.

Cuenta con alianzas estratégicas con las principales cadenas comerciales del país como Corporación Favorita y sus subsidiarias, Tía, Corporación el Rosado y subsidiarias, las cadenas de farmacias Fybeca y Sana-Sana, cadenas como Kywi, Pycca, Superexito, Etafashion, Deprati, Marathon Sport, etc., con las telefónicas Claro, Movistar y Alegro entre sus principales aliados estratégicos.

Dispone de un número aproximado de 260000 clientes activos en la actualidad y su producto estrella –CUOTA FACIL- se constituyen en la tarjeta con mayor cantidad de tarjetahabientes titulares de una institución financiera, además cuenta con más de 12,000 establecimientos afiliados a la tarjeta en las ciudades más importantes del país.

Cuotafácil es la segunda marca de tarjeta más recordada en el Ecuador con solo 14 años en operación que fue a partir del año 1997. 45

Hace tres años atrás UNIBANCO fue autorizado a emitir tarjetas VISA (Nacional e Internacional) por lo que también se mantiene un convenio con el emisor CREDIMATIC y la cadena de POS Medianet para las transacciones electrónicas.

Actualmente se encuentra trabajando en conjunto con Banco Solidario y la recientemente abierta Financiera Universal ubicada en el Perú, además de tener

⁴⁵ Estudio realizado por la empresa Superbrands en el año 2006

una alianza con la red de pagos SERVIPAGOS mediante la cual se pueden realizar todos los pagos asociados a CUOTAFACIL y VISA.

Cuenta también con 35 cajeros automáticos distribuidos a nivel nacional en las agencias más importantes del país y un convenio con la red de cajeros a nivel nacional BANRED.

2.4. INFRAESTRUCTURA TECNOLOGÍCA ACTUAL

La infraestructura de red mediante la cual Unibanco brinda a sus usuarios todos los servicios bancarios consta de un modelo centralizado tanto de equipos principales de comunicación como de servidores, el data center y toda la operatividad técnica se encuentra físicamente ubicada en el Edificio Ejido, debido al número de agencias, existe más de un centro de cableado, se tiene un centro de distribución central (MDF) en el Edificio Ejido y varios centros de servicios de distribución intermedia (IDF) tanto en el edificio como en cada sucursal.

Cada uno de los servidores que proveen los servicios tanto internamente como a nivel de web, son de arquitectura HP Blade y DL-360/380, con sistemas operativos Windows 2003 y Bases de datos en SQL Server, el correo electrónico es administrado mediante Microsoft Exchange 2003.

Todos los aplicativos que utiliza el banco en su CORE bancario son propietarios y desarrollados bajo la plataforma PUNTO NET, y en lenguajes de programación C#, PHP y ASP.net.

El acceso a aplicativos y servicios desde agencias y sucursales se centraliza en un servidor de agencia quien envía las peticiones al CORE Central en el Ejido, este devuelve la petición al servidor y este al usuario que la inició.

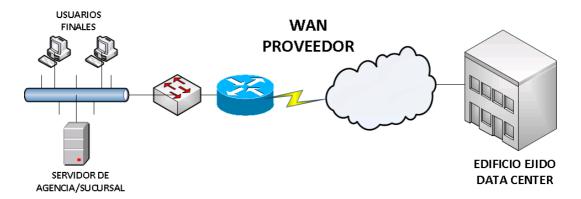


Figura 2.2. Arquitectura de conexión cliente servidor contra Ejido Fuente: el autor

2.4.1. ARQUITECTURA DE RED

De acuerdo a la distribución del MDF y los IDF's, Unibanco cuenta con una arquitectura de red en topología estrella extendida para el backbone principal y el backbone secundario ubicado en tres puntos específicos del edificio, uno en el Piso 1, un segundo en el piso 4 y el tercero en el piso 5.

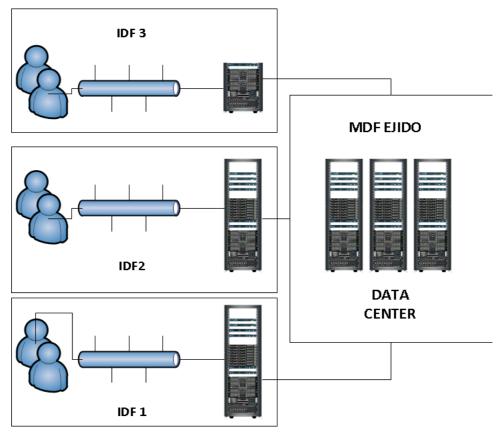


Figura 2.3. Arquitectura de MDF e IDF's en Edificio Ejido.

Fuente: el autor.

2.4.1.1. Servidores

Existen 52 servidores en producción, los cuales proveen todos los servicios del CORE BANCARIO tanto a usuarios internos como para las conexiones directas⁴⁶ con las cadenas comerciales.

2.4.1.2. Equipos de comunicación

Switch

Es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2, su función principal es interconectar dos o más segmentos de red, enviando los datos de un segmento a otro de acuerdo a la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Los switches de capa 2 posibilitan múltiples transmisiones simultáneas sin interferir en otras sub-redes, sin embargo no consiguen filtrar difusiones o broadcasts, multicasts, ni tramas cuyo destino aún no haya sido incluido en la tabla de direccionamiento.

Los switches de capa 3 tienen las funciones tradicionales de los de capa 2 e incorporan algunas funciones de routing, como por ejemplo la determinación del camino basado en informaciones de capa de red y soporte a los protocolos de ruteo como RIP, OSPF, EIGRP, BPG, etc.

Existen switches de capa 2 y 3 administrables que soportan la definición de redes virtuales VLAN's, y según los modelos posibilitan la comunicación entre las mismas sin la necesidad de utilizar un router externo.

El banco cuenta con 7 Switches administrables en marca CISCO de 24 puertos 10/100 Mbps y 2 puertos GigabitEthernet (catalyst 2950g⁴⁷), 1 Swich de Core

⁴⁶ Conexión directa: enlace dedicado entre la cadena afiliada y el banco para las transacciones con la tarjeta.

⁴⁷ Datasheet del equipo - http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/si/casi/ca2950/prodlit/2955s_ds.pdf

capa 3 Cisco Catalyst 4506⁴⁸ de 48 puertos GigabitEthernet y 10 Switches capa 2 en marca 3COM Baseline de 24 puertos 10/100 Mbps, todos estos equipos y los routers que veremos a continuación constituyen la arquitectura de red del banco mediante el modelo jerárquico de capas de distribución, núcleo y acceso a los usuarios.

Router

El router es un conmutador de paquetes que opera en a nivel de capa 3, tiene más facilidades de software que un switch por el mismo hecho de estar en una capa mayor, esto le permite distinguir entre los diferentes protocolos de red, y lo convierte en un dispositivo con mayor inteligencia que un swtich al momento de reenviar los paquetes, sus principales características son:

- Permiten interconectar tanto redes de área local LAN como redes de área extensa WAN.
- Proporcionan un control del tráfico y funciones de filtrado a nivel de red, trabajan con direcciones de nivel de red (direcciones IP).
- Capacidad de enrutar dinámicamente, son capaces de seleccionar el camino que debe seguir un paquete en el momento en el que les llega, teniendo en cuenta factores como protocolos de enrutamiento, rutas más rápidas, enlaces menos saturados, etc.

En Ejido se dispone de un router principal como Gateway de los equipos marca Cisco 7301⁴⁹, routers Cisco 1811⁵⁰ para las conexiones WAN y de acceso al internet, además de equipos cisco PIX y ASA 5500, IPS Tippint Point 200E para el control de seguridades, todos los equipos son totalmente administrados por el personal de redes y comunicaciones.

⁴⁸ Datasheet del equipo - http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product_data_sheet0900aecd801792b1.pdf

 $^{^{49}\} Data sheet\ del\ equipo\ -\ http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps352/ps4972/\ product_data_sheet09186a008014611a.html$

 $^{^{50}}$ Datasheet del equipo $\,$ - http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps5853/ps6184/product_data_sheet 0900aecd8028a95f _ps5853_Products_Data_Sheet.html

No existen zonas desmilitarizadas (DMZ's) ni en las conexiones de internet como las conexiones con las cadenas comerciales.

2.4.2. UBICACIÓN DE LOS IDF's

ldf1

Se encuentra en el piso 1, dispone de 1 switch administrable Cisco y 6 switches 3com, dan acceso a la red alrededor de 160 usuarios.

ldf2

Se encuentra en el piso 4, dispone de 3 switch administrable Cisco y 2 switches 3com, dan acceso a la red alrededor de 100 usuarios.

ldf3

Se encuentra en el piso 5, dispone de 2 switches 3com, dan acceso a la red a de 45 usuarios.

2.4.3. BACKBONE HORIZONTAL

El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones. El cableado horizontal incluye los cables horizontales, las tomas/conectores de comunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y las interconexiones horizontales localizadas en el cuarto de telecomunicaciones⁵¹.

El backbone horizontal implementado en cada uno de los pisos del Edificio Ejido es con cable UTP⁵² en categoría 5e.

2.4.4. BACKBONE VERTICAL

La función del cableado vertical es la de proporcionar interconexiones entre los cuartos de telecomunicaciones, los cuartos de equipos y las instalaciones de

⁵¹ Estándar TIA/EIA568B que define al cableado horizontal

⁵² Cable par trenzado sin blindaje, medio de conexión utilizado en la mayoría de diseños de red.

entrada en un sistema de cableado estructurado de comunicaciones. El cableado o backbone vertical consta de los cables vertebrales, las interconexiones principales e intermedias, las terminaciones mecánicas y los cordones de parcheo o jumpers empleados en la interconexión de vertebrales. El vertebral incluye también el cableado entre edificios⁵³

El cableado del switch de core (capa de núcleo y distribución) hacia los servidores y equipos de comunicación en el centro de cómputo es mediante UTP en categoría 6 a una velocidad de transmisión de 1GBps mediante enlaces de fiber channel.

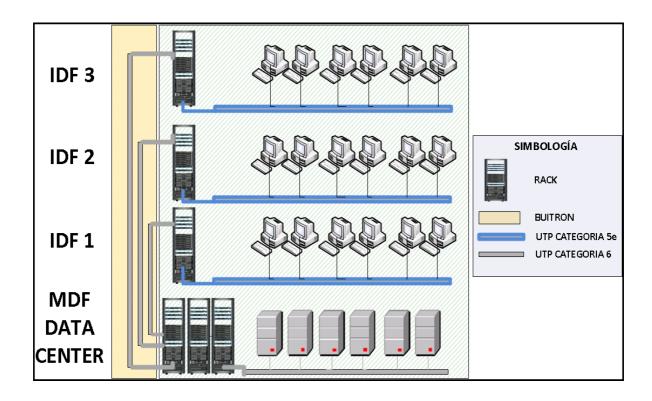


Figura 2.4. Cableado horizontal y Vertical Edificio Ejido.

Fuente: el autor

2.4.5. ARQUITECTURA IDF-MDF AGENCIAS y SUCURSALES

Existen 49 agencias distribuidas a nivel nacional, en cada una de ellas se dispone de un IDF que a través del enlace WAN se conecta al MDF del Ejido. En cada

⁵³ Estándar TIA/EIA568B que define al cableado vertical

agencia se cuenta con switches no administrables marca 3COM para la red interna y router Cisco 2600 y 871 para los enlaces WAN.

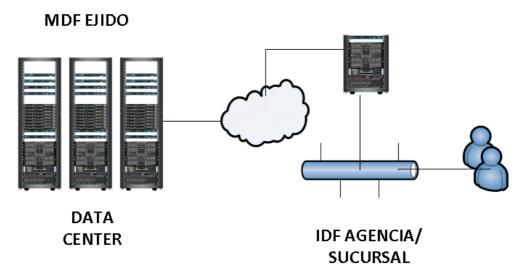


Figura 2.5. Arquitectura conexión IDF de agencia/Sucursal contra MDF de Ejido

Fuente: el autor

2.4.6. INFRAESTRUCTURA TELEFÓNICA

Para tener claro el esquema de telefonía que se dispone Unibanco en producción en cada una de sus agencias lo hemos resumido en el siguiente cuadro, se detalla el modelo de central actual y el número de líneas contra extensiones disponibles.

El presente trabajo tiene como objeto retirar la central caduca del Edifico Ejido y reemplazarla por un IP-PBX Asterisk, este es el punto de inicio de una solución integral de telefonía basado en VOIP, por ello la importancia de conocer los actuales equipos con las que cuenta el banco a nivel nacional.

Agencias	CENTRAL	Lin/Ext.
El Ejido	TOSHIBA DK280	40/92
La Merced	Panasonic KX-TDA200	16/48
República	Panasonic KX-TDA600	32/96
Pananorte	Panasonic KX-TEM824	6/16

Recreo Panasonic KX-TDA200 16/48 San Rafael Panasonic KX-TEM824 6/16 Quicentro Norte Panasonic KX-TEM824 6/16 Michelena Panasonic KX-TEM824 6/16 Cotocollao sin central 2 lineas San Luis sin central 2 lineas Carapungo sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobam	Centro	Panasonic KX-TEM824	6/16
San Rafael Panasonic KX-TEM824 6/16 Quicentro Norte Panasonic KX-TEM824 6/16 Michelena Panasonic KX-TEM824 6/16 Cotocollao sin central 2 líneas San Luis Sin central 2 líneas Carapungo sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas			0, 10
Quicentro Norte Panasonic KX-TEM824 6/16 Michelena Panasonic KX-TEM824 6/16 Cotocollao sin central 2 lineas San Luis sin central 2 lineas Carapungo sin central 3 líneas Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas			
Michelena Panasonic KX-TEM824 6/16 Cotocollao sin central 2 líneas San Luis sin central 2 líneas Carapungo sin central 3 líneas Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	San Rafael	Panasonic KX-TEM824	
Cotocollao sin central 2 líneas San Luis sin central 2 lineas Carapungo sin central 3 líneas Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas RNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Quicentro Norte	Panasonic KX-TEM824	6/16
San Luis sin central 2 lineas Carapungo sin central 4 líneas Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas Rumani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 líneas CAyambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Michelena	Panasonic KX-TEM824	6/16
Carapungo sin central 4 líneas Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Cotocollao	sin central	2 líneas
Tumbaco sin central 3 líneas La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 líneas CCI sin central 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	San Luis	sin central	2 lineas
La Prensa Panasonic KX-TEM824 6/16 Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas CAyambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Carapungo	sin central	4 líneas
Condado Cisco 4 líneas Quicentro Sur Cisco 4 líneas Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 líneas CCI sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Tumbaco	sin central	3 líneas
Quicentro Sur Cisco 4 líneas Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	La Prensa	Panasonic KX-TEM824	6/16
Guamani sin central 4 líneas NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Condado	Cisco	4 líneas
NNUU Panasonic KX-TEM824 6/16 Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 lineas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Quicentro Sur	Cisco	4 líneas
Ventura Mall sin central 2 lineas CCI sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 3 líneas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Guamani	sin central	4 líneas
CCI sin central 2 líneas Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	NNUU	Panasonic KX-TEM824	6/16
Cayambe Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Ventura Mall	sin central	2 lineas
Sto Domingo Colorado Panasonic KX-TEM824 6/16 Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	CCI	sin central	2 líneas
Sto Domingo Orve Panasonic KX-TEM824 6/16 Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Cayambe	Panasonic KX-TEM824	6/16
Latacunga Panasonic KX-TEM824 6/16 Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Sto Domingo Colorado	Panasonic KX-TEM824	6/16
Riobamba Panasonic KX-TEM824 6/16 Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Sto Domingo Orve	Panasonic KX-TEM824	6/16
Ibarra Panasonic KX-TEM824 6/16 Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Latacunga	Panasonic KX-TEM824	6/16
Ambato Panasonic KX-TEM824 6/16 Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Riobamba	Panasonic KX-TEM824	6/16
Alborada Japón sin central 3 líneas Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Ibarra	Panasonic KX-TEM824	6/16
Mall Del Sol sin central 4 líneas Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Ambato	Panasonic KX-TEM824	6/16
Portete sin central 2 lineas Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Alborada Japón	sin central	3 líneas
Orve 9 De Octubre sin central 3 líneas Urdesa Panasonic KX-TDA200 16/48 Durán Orve sin central 3 líneas Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Mall Del Sol	sin central	4 líneas
UrdesaPanasonic KX-TDA20016/48Durán Orvesin central3 líneasOutlet Duransin central3 líneasRiocentro Sursin central3 líneas	Portete	sin central	2 lineas
Durán Orvesin central3 líneasOutlet Duransin central3 líneasRiocentro Sursin central3 líneas	Orve 9 De Octubre	sin central	3 líneas
Outlet Duran sin central 3 líneas Riocentro Sur sin central 3 líneas	Urdesa	Panasonic KX-TDA200	16/48
Riocentro Sur sin central 3 líneas	Durán Orve	sin central	3 líneas
	Outlet Duran	sin central	3 líneas
Japon Sur sin central 4 líneas	Riocentro Sur	sin central	3 líneas
	Japon Sur	sin central	4 líneas

Parque California	sin central	3 líneas
Rumichaca	sin central	3 líneas
Escobedo	sin central	4 líneas
Orve Alborada	sin central	3 líneas
Boyacá	sin central	4 líneas
Mall Del Sur	Panasonic KX-TEM824	6/16
Portoviejo Centro	Panasonic KX-TEM824	6/16
Portoviejo Orve	sin central	4 líneas
Manta Tarqui	Panasonic KX-TEM824	6/16
Manta Japón	sin central	4 líneas
Cuenca	Panasonic KX-TEM824	6/16
Loja	Panasonic KX-TEM824	6/16

Cuadro 2.1. Detalle de las centrales telefónicas en cada agencia y su capacidad.

2.5. TOPOLOGÍA ACTUAL DE LA RED LAN

El direccionamiento IP que se utiliza es de clase C en el rango de 192.168.x.x dividido mediante subneting⁵⁴ a 254 host por cada red en todas las agencias. La red LAN trabaja a 100 Mbps y los aplicativos tienen la arquitectura de clienteservidor, todos los servicios son centralizados y aterrizan en el DataCenter del Edificio Ejido.

Los accesos a los servidores están controlado mediante listas de control de acceso (ACL's) aplicados tanto en ruteadores principales como el Switch de Core.

A través de este trabajo se sugiere el rediseño del VLSM (variable lenght subnet mask)⁵⁵, esto para evitar la duplicidad de direcciones privadas comunes utilizadas en la institución y los proveedores de datos, se propone utilizar una red en clase A dividida mediante subnetting a 1022 hosts por cada subred, es decir con una

⁵⁴ Técnica utilizada para segmentar una red IP en múltiples subredes más pequeñas

⁵⁵ Secuencia de números de longitud variable que optimiza el enrutamiento de paquetes dentro de la subred, disminuyendo redes pero aumentando hosts

máscara de 255.255.252.0 en las ubicaciones que se necesite un amplio rango de direcciones, en las sucursales y agencias se sugiere una máscara de 24 bits (254 host), este direccionamiento se lo puede ver en la figura x.x.

En conversaciones con el Jefe de Infraestructura se aceptó tal rediseño y los cambios a la topología, debido a que la infraestructura con el nuevo core bancario será 100% HP-Blade Systems y con los cambios propuestos en el direccionamiento IP y administración de la red se puede controlar de mejor manera los accesos a la infraestructura, dándole seguridad y escalabilidad.

Adicionalmente se sugiere la implementación de vlan's para voz y datos y dos zonas desmilitarizadas tanto para la red de internet como para las conexiones con las cadenas comerciales mediante los equipos de seguridad Cisco ASA.

A continuación, se puede observar la topología de red del Edificio Ejido y sus conexiones con las agencias una vez realizado el rediseño.

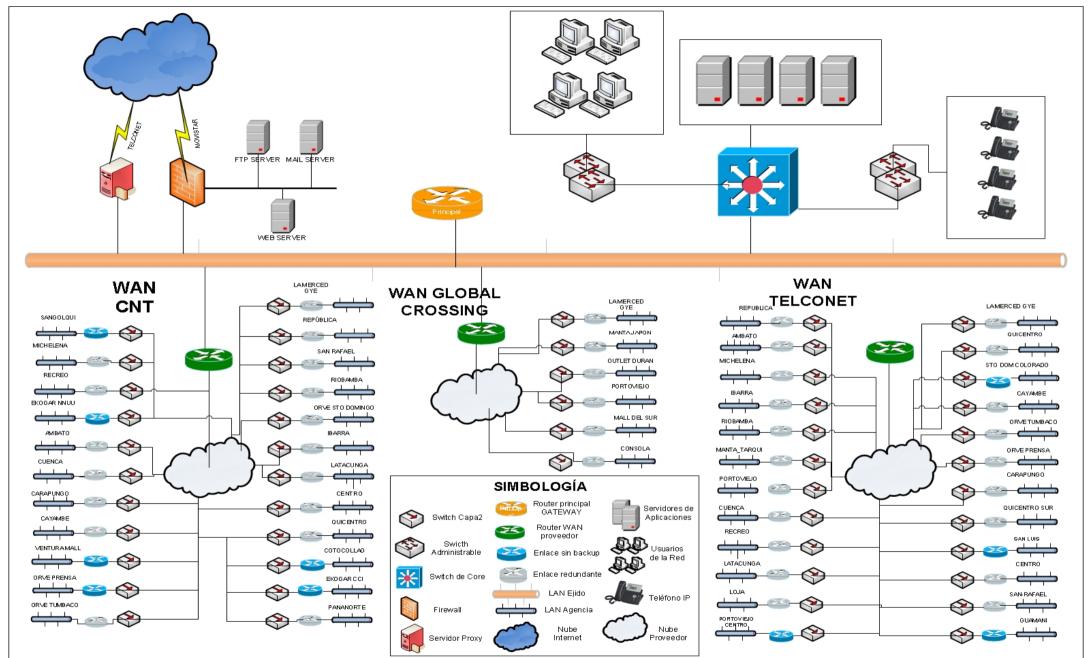


Figura 2.6. Topología de red Región 1, Edificio El Ejido - Quito.

Fuente: el autor.

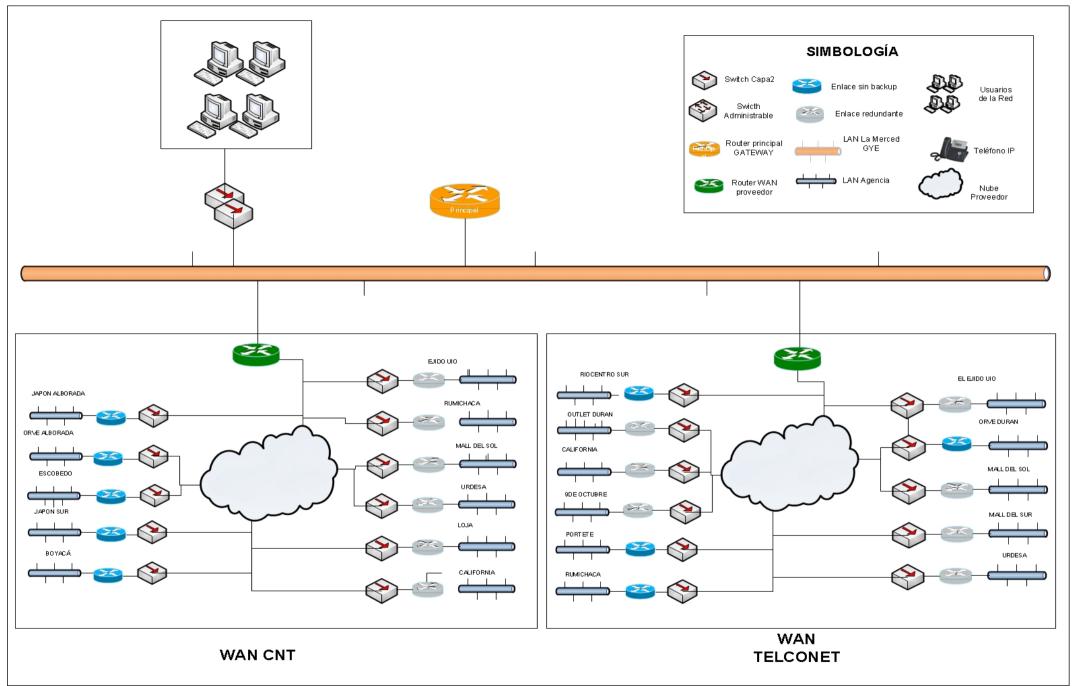


Figura 2.7. Topología de red Región 2, La Merced - Guayaquil.

Fuente: el autor

2.5.1. DIRECCIONAMIENTO IP LAN PROPUESTO

Se utilizará un direccionamiento IP en clase A para cada ubicación de acuerdo a la siguiente tabla.

AGENCIAS Y SUCURSALES				
Agencias	Subnet	Mask (bits)	No. Host	Host Range
El Ejido	10.201.0.0	22	1022	10.201.0.1 to 10.201.3.254
La Merced	10.201.4.0	22	1022	10.201.4.1 to 10.201.7.254
República	10.201.8.0	22	1022	10.201.8.1 to 10.201.11.254
Pananorte	10.201.12.0	24	254	10.201.12.1 to 10.201.12.254
Centro	10.201.13.0	24	254	10.201.13.1 to 10.201.13.254
Recreo	10.201.14.0	24	254	10.201.14.1 to 10.201.14.254
San Rafael	10.201.15.0	24	254	10.201.15.1 to 10.201.15.254
Quicentro Norte	10.201.16.0	24	254	10.201.16.1 to 10.201.16.254
Michelena	10.201.17.0	24	254	10.201.17.1 to 10.201.17.254
Cotocollao	10.201.18.0	24	254	10.201.18.1 to 10.201.18.254
San Luis	10.201.19.0	24	254	10.201.19.1 to 10.201.19.254
Carapungo	10.201.20.0	24	254	10.201.20.1 to 10.201.20.254
Tumbaco	10.201.21.0	24	254	10.201.21.1 to 10.201.21.254
La Prensa	10.201.22.0	24	254	10.201.22.1 to 10.201.22.254
Condado	10.201.23.0	24	254	10.201.23.1 to 10.201.23.254
Quicentro Sur	10.201.24.0	24	254	10.201.24.1 to 10.201.24.254
Guamani	10.201.25.0	24	254	10.201.25.1 to 10.201.25.254
Nnuu	10.201.26.0	24	254	10.201.26.1 to 10.201.26.254
Ventura Mall	10.201.27.0	24	254	10.201.27.1 to 10.201.27.254
Cci	10.201.28.0	24	254	10.201.28.1 to 10.201.28.254
Cayambe	10.201.29.0	24	254	10.201.29.1 to 10.201.29.254
Sto Domingo	10.201.30.0	24	254	10.201.30.1 to 10.201.30.254
Colorado	10.201.30.0		204	10.201.30.1 to 10.201.30.234

Sto Domingo				
Orve	10.201.31.0	24	254	10.201.31.1 to 10.201.31.254
Latacunga	10.201.32.0	24	254	10.201.32.1 to 10.201.32.254
Riobamba	10.201.33.0	24	254	10.201.33.1 to 10.201.33.254
Ibarra	10.201.34.0	24	254	10.201.34.1 to 10.201.34.254
Ambato	10.201.35.0	24	254	10.201.35.1 to 10.201.35.254
Alborada Japón	10.201.36.0	24	254	10.201.36.1 to 10.201.36.254
Mall Del Sol	10.201.37.0	24	254	10.201.37.1 to 10.201.37.254
Portete	10.201.38.0	24	254	10.201.38.1 to 10.201.38.254
Orve 9 De	10.201.39.0	24	254	10.201.39.1 to 10.201.39.254
Octubre	10.201.39.0		254	10.201.39.1 10 10.201.39.234
Urdesa	10.201.40.0	24	254	10.201.40.1 to 10.201.40.254
Durán Orve	10.201.41.0	24	254	10.201.41.1 to 10.201.41.254
Outlet Durán	10.201.42.0	24	254	10.201.42.1 to 10.201.42.254
Riocentro Sur	10.201.43.0	24	254	10.201.43.1 to 10.201.43.254
Japón Sur	10.201.44.0	24	254	10.201.44.1 to 10.201.44.254
Parque	10.201.45.0	24	254	10.201.45.1 to 10.201.45.254
California	10.201.45.0		254	10.201.45.1 10 10.201.45.254
Rumichaca	10.201.46.0	24	254	10.201.46.1 to 10.201.46.254
Escobedo	10.201.47.0	24	254	10.201.47.1 to 10.201.47.254
Orve Alborada	10.201.48.0	24	254	10.201.48.1 to 10.201.48.254
Boyacá	10.201.49.0	24	254	10.201.49.1 to 10.201.49.254
Mall Del Sur	10.201.50.0	24	254	10.201.50.1 to 10.201.50.254
Portoviejo	10.201.51.0	24	25.4	10.201.51.1 to 10.201.51.254
Centro	10.201.51.0		254	10.201.51.1 10 10.201.51.254
Portoviejo Orve	10.201.52.0	24	254	10.201.52.1 to 10.201.52.254
Manta Tarqui	10.201.53.0	24	254	10.201.53.1 to 10.201.53.254
Manta Japón	10.201.54.0	24	254	10.201.54.1 to 10.201.54.254
Cuenca	10.201.55.0	24	254	10.201.55.1 to 10.201.55.254
Loja	10.201.56.0	24	254	10.201.56.1 to 10.201.56.254

RED PERIMETRAL				
DMZ's 172.19.20.0 24 254 172.19.20.1 to 172.19.20.254				
TELEFONIA IP				
VLAN DE VOZ	172.19.25.0	24	254	172.19.25.1 to 172.19.25.254

Cuadro 2.2. Cuadro de direccionamiento IP propuesto a nivel nacional.

2.5.2. MODELAMIENTO DE LA RED LAN

La red LAN está implementada mediante el modelo jerárquico de capas y se puede apreciar en la figura 2.8.

2.5.2.1. Capa de Núcleo.

La capa del núcleo, o de Core es la responsable de transportar el tráfico de red de una forma confiable y veloz hacia los sitios remotos o hacia los servicios apropiados, generalmente el tráfico transportado se dirige o proviene de servicios comunes a todos los usuarios, en esta capa es importante garantizar alta velocidad en la transferencia de datos y periodos de latencia bajos.

2.5.2.2. Capa de Distribución

La capa de distribución es la responsable del enrutamiento, delimita la capa de acceso con la de núcleo y provee conectividad en la red basado en políticas como: filtrado de paquetes, acceso a la WAN, etc., también en esta capa se realiza el manejo de colas y la manipulación de paquetes y determina cuál es la manera más rápida de responder a los requerimientos en la red.

2.5.2.3. Capa de Acceso

La capa de acceso contiene a los dispositivos que permiten a los grupos de trabajo o usuarios finales acceder a los servicios provistos por las capas de distribución y núcleo, es también definida como el punto de acceso a la red, en esta capa podemos

realizar funciones de filtrado por direcciones MAC, compartición de ancho de banda y segmentación lógica de la red para mejor desempeño.

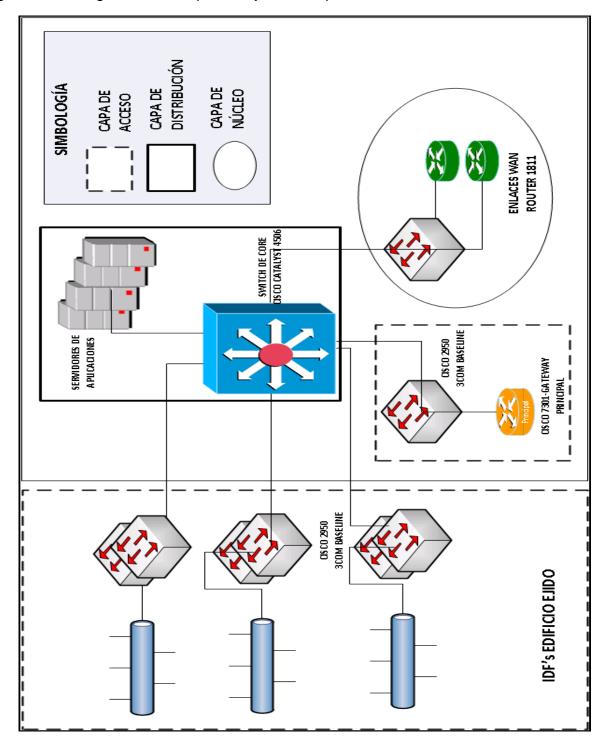


Figura 2.8. Modelo Jerárquico de red en el Edifico Ejido.

Fuente: el autor

2.5.3. TECNOLOGÍAS DE ACCESO AL MEDIO

Las tecnologías de acceso a la red implementadas en Unibanco son:

Fast-Ethernet

Esta tecnología está especificada en el estándar IEEE 803.2u, fue desarrollada para permitir velocidades de transmisión de 10-100 Mbps, soportada en modos de transmisión Half y Full-Dúplex, el 100-BASETX es el utilizado en Unibanco sobre el cableado estructurado en cable UTP categoría 5e, y el 100-BASEFX sobre la conexiones de fibra óptica entre el switch de core y los servidores de producción.

GigabitEthernet

Esta tecnología es utilizada en el backbone vertical del edificio Ejido mediante cable UTP categoría 6, es un estándar definido en la norma IEEE 802.3ab, opera en modos de transmisión half y full-duplex y soporta velocidades de transmisión de 1000 Mbps compatibles con 10 y 100 Mbps.

2.6. ENLACES DEDICADOS

Unibanco tiene contratado el servicio de trasmisión de datos con tres proveedores principales TELCONET, CNT EP y GLOBAL CROSSING.

En el siguiente cuadro se especifica el tipo de enlace en cada ubicación y sus velocidades.

AGENCIAS	ENLACE PRINCIPAL	ENLACE BACKUP	AB
La Merced	TELCONET	CNT	2 Mbps
República	TELCONET	CNT	1 Mpbs
Pananorte	TELCONET	х	256 Kpbs
Centro	TELCONET	CNT	256 Kpbs
Recreo	TELCONET	CNT	256 Kpbs
San Rafael	TELCONET	CNT	256 Kpbs

Quicentro norte	TELCONET	CNT	256 Kpbs
Michelena	TELCONET	CNT	256 Kpbs
Cotocollao	CNT	х	256 Kpbs
San Luis	TELCONET	х	256 Kpbs
Carapungo	CNT	х	256 Kpbs
Tumbaco	CNT	х	256 Kpbs
La prensa	CNT	х	256 Kpbs
Condado	TELCONET	х	256 Kpbs
Quicentro sur	TELCONET	х	256 Kpbs
Guamaní	TELCONET	х	256 Kpbs
NNUU	CNT	х	256 Kpbs
Ventura mall	CNT	х	256 Kpbs
CCI	CNT	х	256 Kpbs
Cayambe	CNT	х	256 Kpbs
Sto Domingo	TELCONET	CNT	512 Kbps
Sto Domingo Orve	CNT	х	512 Kbps
Latacunga	TELCONET	CNT	512 Kbps
Riobamba	TELCONET	CNT	512 Kbps
Ibarra	TELCONET	CNT	512 Kbps
Ambato	TELCONET	CNT	512 Kbps
Alborada japón	CNT	х	256 Kpbs
Mall del sol	TELCONET	х	256 Kpbs
Portete	CNT	х	256 Kpbs
Orve 9 de octubre	CNT	х	256 Kpbs
Urdesa	TELCONET	CNT	1 Mpbs
Durán Orve	TELCONET	х	256 Kpbs
Outlet Durán	TELCONET	х	256 Kpbs
Riocentro sur	TELCONET	х	256 Kpbs
Japón sur	CNT	х	256 Kpbs

Parque california	TELCONET	CNT	256 Kpbs
Rumichaca	CNT	х	256 Kpbs
Escobedo	CNT	х	256 Kpbs
Orve alborada	CNT	х	256 Kpbs
Boyacá	TELCONET	х	256 Kpbs
Mall del sur	CNT	х	256 Kpbs
Portoviejo centro	TELCONET	GLOBALCROS	512 Kbps
Portoviejo Orve	CNT	х	512 Kbps
Manta Tarqui	TELCONET	GLOBALCROS	512 Kbps
Manta Japón	TELCONET	GLOBALCROS	512 Kbps
Cuenca	TELCONET	CNT	512 Kbps
Loja	TELCONET	CNT	512 Kbps

Cuadro 2.3. Proveedores de enlace y anchos de banda contratados en Unibanco.

Los routers en las agencias y sucursales de cada plaza son routers CISCO 871 y también son administrados en su totalidad por los administradores de redes y comunicaciones.

Los enlaces de internet son provistos por dos proveedores, Telconet es el encargado del servicio de internet, exclusivo para navegación de los usuarios mediante un proxy de internet ISA Server 2006.

Telefónica Movistar proveee el servicio de internet para las aplicaciones y servicios subidos en la WEB, como son Página web, correo electrónico, servidores FTP, etc., es un servicio contratado exclusivo para servicios del banco y no se lo utiliza para navegación.

2.6.1. PROVEEDOR TELCONET y GLOBAL CROSSING

El tipo de tecnología que maneja el proveedor TELCONET y mediante el cual provee la última milla (UM) es a través de FIBRA OPTICA, desde la UM en la agencia pasando a sus nodos principales y repetidores en su red MetroEthernet hasta la UM en el datacenter del Edificio Ejido. La configuración lógica de los enlaces en los equipos de comunicación es construida con túneles IP punto a punto en cada router.

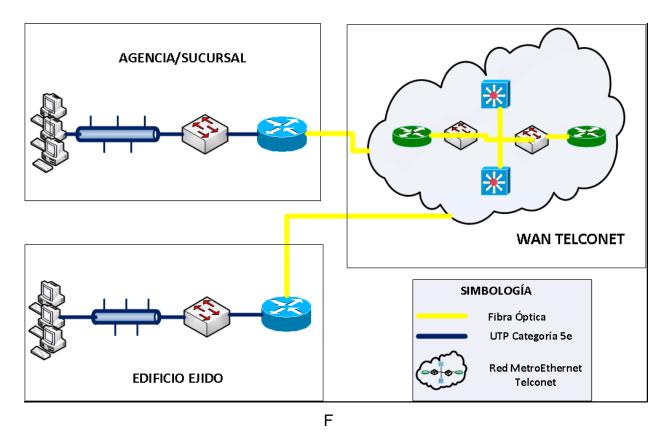


Figura 2.9. Red MetroEthernet Telconet.

Fuente: el autor

2.6.2. PROVEEDOR CNT

CNT EP ofrece el servicio mediante líneas dedicadas de cobre y fibra óptica de acuerdo a la ubicación del enlace y los tramos, es decir la UM entregada en cada agencia es recibida mediante cobre, del nodo de CNT en la agencia hacia su red

MetroEthernet mediante fibra y la UM recibida en Ejido también por fibra óptica. CNT nos ofrece una red IP-MPLS en su infraestructura.

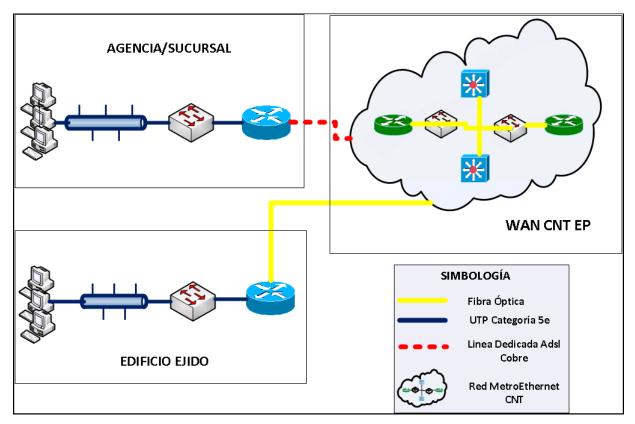


Figura 2.10. Red de Servicios enlace dedicado proveedor CNT.

Fuente: el autor

La arquitectura Metrothernet es muy eficiente para redes de paquetes sean punto a punto, punto mutipunto o viceversa permitiendo una gama de servicios y aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico RTP (tiempo real), como puede ser Telefonía IP y Video IP, un ejemplo de esto es la red enfocada a servicios MPLS⁵⁶.

⁵⁶ Tecnología que ofrece un servicio orientado a la conexión a través de tagging o etiquetas, mantiene un estado de la comunicación entre dos nodos de acuerdo al servicio etiquetado

2.6.3. ALTA DISPONIBILIDAD

Las agencias principales en Quito y Gye cuentan con redundancia de enlaces, así como también las sucursales ubicadas en provincias cuentan con un enlace de backup, como se puede ver en el cuadro 2.3, esto nos da una alta disponibilidad en el servicio en agencias consideradas como críticas por la alta gerencia.

Todos los enlaces de datos son administrador por el personal de comunicaciones del banco

2.6.4. ENRUTAMIENTO

El método de enrutamiento es estático⁵⁷, en las agencias y sucursales que no disponen de enlace redundante o backup.

En las plazas que disponen de enlace redundante se ha implementado el protocolo de enrutamiento propietario de CISCO EIGRP⁵⁸ con muy buenos resultados, esto ha permitido disminuir considerablemente la carga administrativa de los equipos cuando se presentaban caídas de enlaces.

⁵⁷ Rutas estáticas definidas en cada router de acuerdo al destino y la topología de red.

 $^{^{58}\,}Configuración\,y\,parámetros\,\,EIGRP-http://www.cisco.com/image/gif/paws/16406/eigrp-toc.pdf$

CAPITULO 3. ESTÁNDARES EN VOIP Y GESTION DE QoS.

3.1. PROTOCOLOS PARA APLICACIONES INTERACTIVAS EN TIEMPO REAL

En voz sobre IP es necesario una serie de estándares que regulen y sobre todo permitan la interconexión de equipos de distintos fabricantes; para lo cual podemos dividir a los protocolos en dos grupos, los de señalización que son los encargados del establecimiento de la llamada, esto implica el inicio, monitoreo, supervisión, modificación y registro de los eventos de la llamada y los protocolos de transporte, encargados exclusivamente de asegurar la comunicación de voz. A continuación se describen los protocolos más utilizados actualmente en las plataformas de telefonía IP.

3.2. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN

3.2.1. PROTOCOLO H.323

El protocolo H.323 es un estándar que especifica los componentes, protocolos y procedimientos que proporcionan servicios de comunicación multimedia (audio, video y datos en tiempo real) sobre redes de paquetes no orientados a la conexión y que no garanticen calidad de servicio.⁵⁹

H.323 establece los estándares para la compresión y descompresión de audio y vídeo, soportando gran variedad de codecs y asegurando que los equipos de distintos fabricantes se intercomuniquen, específica como los paquetes de audio y video son encapsulados y enviados a través de la red, particularmente, H.323 ordena al protocolo RTP para este fin, define el modo de comunicación entre teléfonos IP y teléfonos ordinarios conectados a la red telefónica.

⁵⁹ Definición del protocolo H.323 - Huidobro, José M; Roldán, David, Integración de voz y datos, 2003 ISBN 84-481-3850-3, p. 183

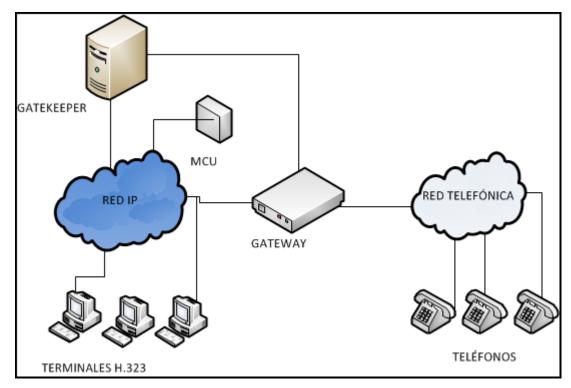


Figura 3.1. Interconexión entre equipos H323 con equipos de la red telefónica.

Fuente: el autor

Como se puede ver en la figura 3.1, el estándar también cubre la forma en que los usuarios finales se interconectan a la comunicación vía IP con teléfonos conectados a redes de conmutación de circuitos ordinarias, el gatekeeper de H.323 es un dispositivo similar a un SIP register.

3.2.2. COMPONENTES

Los componentes en una red H.323 son los siguientes:

3.2.2.1. Terminales

Empleados en comunicaciones bidireccionales multimedia de tiempo real, comunicación de audio, audio y video o datos. Los terminales deben contener un

sistema de control (Señalización H.323) y los codecs de audio y video para el tráfico RTP/RTCP.⁶⁰

3.2.2.2. Gateway

Es el vínculo de conectividad entre redes diferentes, esto lo consigue traduciendo cada protocolo de establecimiento y liberación de llamadas y convirtiendo los formatos de la información entre las redes interconectadas, los terminales se conectan con el gateway a través de los protocolos de control y señalización H.245 y RAS H.225. Este componente se vuelve opcional si la red H.323 no debe interactuar con otras redes que no son H.323.

3.2.2.3. Gatekeeper

Es el corazón de una red H323, proporciona el servicio de control de llamada a los puntos finales, en cada una de las zonas puede existir uno o más gatekeepers, y sus principales funciones son las de: conversión de dirección (creación de alias a partir de un número telefónico para referirse al destino), control de admisiones, autorización o denegación de acceso a la red H.323, el gatekeeper controla el establecimiento de las llamadas a través de mensajes Admission Request, Admission Confirm o Admission Reject (ARQ/ACF/ARJ), también gestiona un control del ancho de banda necesario para las aplicaciones en la red, esto lo consigue controlando el número de usuarios simultáneos soportados, mediante mensajes de Bandwidth Request, Bandwidth Confirm o Bandwidth Reject (BRQ/BRJ/BCF) y por último se encarga de administrar las zonas, es decir proporcionar las funciones de gatekeeper a los dispositivos dentro de su zona de control.

3.2.2.4. Unidad de Control Multipunto (MCU)

Es un dispositivo para permitir conferencias entre los terminales H.323, los terminales establecen conexión con el MCU, este brinda los recursos a la conferencia y negocia los codecs de audio y video con los terminales.

⁶⁰ Protocolo de transporte en tiempo real que proporcionan servicios de entrega punto a punto de datos

Está conformado por dos componentes lógicos: el Controlador Multipunto o MC encargado de controlar las llamadas para que soporten conferencias entre 3 o más puntos finales y el Procesador Multipunto o MP, quien define las señales de voz y video que provienen de los puntos finales implicados en la multiconferencia.

Como mínimo cada terminal H.323 debe soportar el estándar códec G.711 el cual utiliza PCM para generar digitalización en la voz a velocidades de 56 Kbps y 64 Kbps, aunque los H.323 requiere que cada terminal tenga soporte para voz (a través de G.711), las capacidades de video son opcionales, la recomendación H.323 propone a H.261y H.263 como codecs de video sin embargo se pueden utilizar otros.

3.2.3. SUITE DE PROTOCOLOS DE H.323.

H.323 utiliza una suite de protocolos divididos en 3 principales áreas de control.

3.2.3.1. H.225/Q.93161

Es un protocolo de señalización de llamada que permite establecer una conexión, el mantenimiento y la desconexión entre los terminales de la red H.323 sobre los que se puede transportar datos en tiempo real, el intercambio de mensajes se lo realiza generalmente sobre TCP en el puerto 1720.

Los mensajes más comunes de Q.931 utilizados como mensajes de señalización H.323 para el call flow de la llamada son los siguientes:

- Setup, inicia la conexión entre un terminal y otro, en el establecimiento de esta conexión podemos encontrar la dirección IP, el puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado.
- Call Proceeding, mensaje que procesa el gatekeeper para advertir el establecimiento de una conexión entre el terminal origen y el destino.
- Alerting, muestra el inicio de la fase de generación de tono, el ringing.

 $^{^{61}}$ Recomendación de la ITU-T Q.931, protocolo de control para conexiones ISDN.

- Connect. Indica el comienzo de la conexión.
- Release Complete, enviado por el terminal para iniciar la desconexión.

3.2.3.2. Señalización RAS H.225.

De las siglas Registration, Admission, Status, RAS es utilizado para el registro que se establece entre los terminales y el gatekeeper, el canal RAS es abierto previamente al establecimiento de cualquier otro tipo de canal, es el encargado de realizar otros tipos de control como el control de admisión, control del ancho de banda y el estado de desconexión de los participantes a un punto final de gatekeeper y su zona correspondiente.

RAS utiliza los puertos UDP 1719 para los mensajes RAS H.225 y el 1718 para el multicast gatekeeper discovery, los terminales en una red H.323 tienen dos métodos para encontrar a su gatekeeper.

Mediante Multicast Gatekeeper Discovery

Los terminales envían un gatekeeper request (GRQ) a una dirección multicast y puerto conocido, uno o más gatekeeper pueden responder con un mensaje de confirmación Gatekeeper Confirmation (GCF) conteniendo la dirección de transporte del canal de RAS del Gatekeeper o un mensaje de Gatekeeper Reject (GRJ) en caso negativo.

Mediante configuración

Es cuando los terminales conocen la dirección IP del gatekeeper y envían un mensaje unicast GRQ, el gatekeeper lo confirma o lo rejecta.

Registro y Des-registro

Una vez el terminal descubre su gatekeeper, este debe registrarse mediante un mensaje Registration Request (RRQ), el gatekeeper responderá con una confirmación de registro Registration Confirmation (RCF) o un rechazo de registro Registration Reject (RRJ).

Para desregistrar el terminal, este deberá enviar un mensaje Unregistration Request (URQ). Los terminales o gatekeepers pueden determinar la información de contacto enviando mensajes de localización Location Request (LRQ) indicando el alias, este mensaje puede ser enviado al gatekeeper por el canal RAS o puede ser enviado mediante un GRQ a la dirección multicast. El gatekeeper contestara con Location Confirmation (LCF) que contendrá la información del terminal, todos los Gatekeepers que reciban el mensaje y no contengan como usuario registrado deberán devolver un mensaje de rechazo de localización Location Reject (LRJ).

Admisión

Para la admisión y gestión del ancho de banda los gatekeepers autorizados acceden a la red H.323 mediante los mensajes de petición de admisión Admission Request (ARQ), especificando el ancho de banda de la llamada. El gatekeeper puede reducir el ancho de banda de la llamada mediante mensajes de confirmación de admisión Admission Confirm (ACF).

El terminal o el gatekeeper pueden intentar modificar el ancho de banda durante la llamada con un mensaje de petición de ancho de banda Bandwidth Change Request (BRQ), con una aceptación Bandwidth Confirm (BCF) o negación Bandwidth Reject (BRJ).

Status Info

Los gatekeepers también pueden obtener información de sus terminales mediante mensajes de petición de información Information Request (IRQ), los terminales envían un mensaje de respuesta Information Request Response (IRR).

3.2.3.3. Protocolo H.245 (Función de control)

H.245 maneja los mensajes de control de extremo a extremo entre entidades H.323, el procedimiento de este protocolo es establecer canales lógicos de transmisión de

audio, video/datos, e información del canal de control para el establecimiento y control de una llamada.

Proporciona funciones tales como negociación de las capacidades (capability negotiation), este es tal vez la más importante funcionalidad ya que permite a los dispositivos comunicarse sin tener conocimiento previo de las capacidades del terminal remoto, también permite el control de la conferencia y control de flujo para detectar problemas, posibilita grandes capacidades multimedia (texto, audio, video, datos)

También dispone de soporte para la comunicación unicast y multicast, permitiendo que el tamaño de una conferencia pueda crecer teóricamente sin límite alguno.

Algunos de los mensajes y características que se intercambian en el protocolo son:

- MasterSlaveDetermination (MSD). Este mensaje es usado para prevenir conflictos entre dos terminales que quieren iniciar la comunicación. Decide quién actuará de Master y quién de Slave.
- TerminalCapabilitySet (TCS). Es un mensaje de intercambio sobre las capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada.
- OpenLogicalChannel (OLC). Mensaje para abrir el canal lógico de información, contiene información para permitir la recepción y codificación de los datos, así como la información del tipo de datos que serán transportados.
- CloseLogicalChannel (CLC). Mensaje para cerrar el canal lógico de información

H.245 también nos brinda conferencia de datos en tiempo real a través de protocolos como T.120⁶², las aplicaciones basadas en este protocolo generalmente operan en

Huidobro, José M; Roldán, David, Integración de voz y datos, 2007, ISBN 84-481-3850-3, p. 187-188

-

⁶² Protocolo de comunicación de datos en tiempo real, soporta transporte de datos multipunto y es independiente de la red y plataforma ya que opera en la capa de transporte.

paralelo con sistemas H.323 pero se integran para ofrecer al usuario una experiencia multimedia sin problemas.

3.2.4. EJEMPLIFICACIÓN DE UNA LLAMADA H.323.

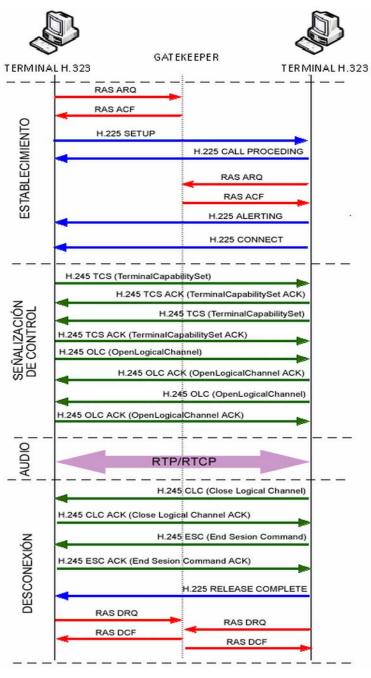


Figura 3.2. Establecimiento de una llamada en esquema H.323.

Fuente: http://www.voipforo.com/images/H323-comunicacion.gif

3.3. PROTOCOLO SIP (SESSION INICIATE PROTOCOL)

Se trata de un protocolo desarrollado por el IETF y definido en la [RFC 3261]⁶³, adopta el modelo cliente/servidor y es transaccional de extremo a extremo basado en el intercambio de mensajes de texto plano de petición y respuesta, reutiliza muchos conceptos de estándares de protocolos como HTTP y SMTP. Está diseñado en un modelo de extensibilidad, es decir las funciones definidas en la RFC 3261 pueden ser extendidas mediante otras RFC⁶⁴ brindando al protocolo de funciones más potentes.

El propósito de SIP se concentra en el establecimiento, modificación y terminación de las sesiones, las peticiones SIP son generadas por una entidad cliente y enviadas a otra entidad que las recibe (servidor), el servidor procesa las peticiones y envía la respuesta al cliente, SIP hace posible al comunicación entre dispositivos multimedia al complementarse con otros protocolos como SDP (Session Description Protocol) que describe el contenido multimedia de la sesión como son las direcciones IP, puertos y códecs que se utilizarán durante la comunicación, y el RTP/RTCP encargados del transporte de los datos en tiempo real de igual forma que lo hace con H.323.

Las funciones básicas del protocolo incluyen:

- Localización de usuarios para el inicio de una sesión
- Disponibilidad del usuario de participar en la sesión SIP y de las capacidades del medio.
- Establecimiento de la llamada entre origen y destino
- Parametrización de la sesión entre las partes
- Manejo de llamadas, transferencia y finalización de la sesión

⁶³ http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt

⁶⁴ Request for Comments, documentos publicados por la IETF que describe métodos, comportamientos e innovaciones aplicadas a las telecomunicaciones.

3.3.1. COMPONENTES

En la arquitectura de una red SIP existen dos elementos fundamentales, los agentes de usuario (UA) y los servidores de red.

3.3.1.1. Agentes de usuario UA

Los Users Agents (UA) son los puntos extremos del protocolo, se comportan como User Agent Client (UAC) cuando es el encargado de generar las peticiones SIP y de recibir la respuesta a tal petición), y User Agent Server (UAS) cuando brindan respuesta a las peticiones SIP.

3.3.1.2. Servidores

Existen 3 tipos de servidores en SIP

Servidores de registro (Register Server)

La función principal es establecer la ubicación de un usuario determinado mediante peticiones de tipo REGISTER, aceptan peticiones de registro de los usuarios y guardan la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla

Servidor Proxy (Proxy Server)

Actúa como cliente y servidor con el fin de establecer llamadas entre los usuarios, su función es reenviar las peticiones que recibe de un UAC hacia entidades más próximas al destinatario sean UAS u otro proxy Server.

Servidor de redirección (Redirection server)

Es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe, es decir reencamina peticiones del cliente hacia el próximo servidor.

La principal diferencia con un servidor proxy es que éste forma parte del camino entre el UAC y el o los UAS, mientras que el de redirection una vez que indica el camino al UAC de como reenviar el mensaje ya no interviene más.

3.3.2. DIRECCIONAMIENTO SIP

El direccionamiento es utilizado para localizar e identificar a un recurso o entidad dentro del dominio de red, las entidades SIP identifican a un usuario con las SIP URI⁶⁵ (Uniform Resource Identifiers) del tipo: user@host, en donde el campo *URI user* puede ser el nombre del usuario o su número de teléfono/extensión y el campo *host* es un dominio o una dirección IP.

También es usual el formato user@dominio:port, esta sintaxis es aplicada cuando el puerto por defecto para SIP 5060 no es el utilizado y se define otro, caso contrario es un campo opcional.

Así como con el protocolo HTTP se utiliza el HTTPS para conexiones seguras, en SIP ocurre algo similar, las direcciones SIP seguras se llaman SIPS URI y trabajan en el puerto 5061.

3.3.3. CABECERAS O HEADERS

Los mensajes enviados en las cabeceras contienen información sobre la señalización y el encaminamiento o ruta de las peticiones, se utilizan para transportar la información necesaria a las entidades SIP.

A continuación, se detallan los campos de cabecera SIP más relevantes.

- Vía: Indica el transporte usado para el envío e identifica la ruta del mensaje request, el transporte usado y la localización a donde la respuesta debe ser entregada, es por esto que cada proxy añade una línea a este campo.
- From: Indica la dirección del origen de la petición.
- To: Indica la dirección del destinatario de la petición.
- Call-Id: Identificador único para cada llamada. Debe ser igual para todos los mensajes dentro de una sesión.

⁶⁵ URI, *Uniform Resource Identifiers*, son direcciones de tipo correo electrónico para identificar a cada usuario.

- Cseq: Se inicia con un número aleatorio e identifica de forma secuencial cada petición en un diálogo, además identifica los que son mensajes nuevos o reenviados.
- Contact: Contiene una o más direcciones que pueden ser utilizadas para contactar con el usuario.

Los campos de cabecera más importantes son To y From ya que indican la dirección del receptor y la identificación del usuario que realiza la petición.

3.3.4. MENSAJES SIP

El protocolo SIP define la comunicación con 2 tipos de mensajes, las peticiones empleados por los clientes llamados *Request* y las respuestas utilizadas por los servidores llamados *Responses*, ambos tipos incluyen cabeceras diferentes para describir los detalles de la comunicación.

La estructura en general de un mensaje SIP esta dado por: una línea de comienzo, que depende del tipo de mensaje (request o response), la cabecera o header, una línea vacía indicando el final de la cabecera y el cuerpo del mensaje que es opcional.

3.3.4.1. Mensajes Request

Este tipo de mensajes emiten una notificación cliente/servidor para el inicio de una sesión SIP, se inician por una línea llamada Request Line en done se identifica el Request-URI (el identificador del destinatario de la petición), el nombre del método y la versión del protocolo SIP.

SIP es diseñado en torno a un simple set de funciones llamadas primitivas las cuales son utilizadas para construir servicios, de acuerdo a la norma SIP RFC existen 6 posibles métodos que pueden ser invocados en una sesión SIP.

- REGISTER, método que utiliza los UA para anunciar a la red SIP su dirección
 IP y la dirección URI necesaria para recibir las peticiones
- INVITE, inicia las conexiones entre agentes de usuarios registrados. En una misma sesión SIP se puede actualizar o modificar los parámetros, para esto solamente es necesario enviar peticiones RE-INVITE.
- ACK, es la aceptación o acuse de recibo de la petición enviada por el INVITE.
- **OPTION**, método que permite a los agentes de usuario solicitar información sobre las capacidades de los UAS.
- CANCEL, cancela un INVITE o petición en progreso antes de que se haya establecido.
- BYE, termina la sesión SIP iniciada o establecida.

3.3.4.2. Mensajes Response

Una vez que el mensaje de inicio en una sesión SIP es interpretado, a las respuestas que envía el servidor al cliente se le conoce como mensajes Response, dichos mensajes tienen la característica de que empiezan con una línea de llamada *Status Line*, seguida de la cabecera y el cuerpo del mensaje, el Status Line contiene la versión del protocolo SIP asociado al mensaje, el código de estado compuesto por 3 dígitos y una breve descripción del código. El primer dígito del código de estado define la clase de respuesta. Estos tres elementos juntos definen el formato del mensaje Response en una sesión SIP.

Código de estado	Categoría
1xx	Información del status, mensaje provisional
2xx	Éxito a la petición
3xx	Redirección a otro Servidor
4xx	Error de cliente
5xx	Error de servidor
6xx	Error global

Cuadro 3.1. Códigos de estado en una sesión SIP.

3.3.5. FLUJO DE UNA LLAMADA SIP

Una sesión SIP consta de un intercambio de mensajes de tipo cliente servidor, estas peticiones y respuestas forman el call flow (Registro, establecimiento y finalización de sesión) de una transacción SIP descrita en la figura 3.4.

3.3.5.1. Registro

Los usuarios deben registrarse para que puedan ser encontrados por otros, los equipos envian una petición REGISTER en donde los campos "from" y "to" corresponden al usuario registrado, el servidor que actua como register define si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK 200 o descarta la petición.

3.3.5.2. Establecimiento

Se inicia con el envío de un INVITE desde el origen al servidor Proxy, este devuelve con un TRYING 100 indicando el cese de las retransisiones y posteriormente reenvía la petición al destino, el destino devuelve con un RINGING 180 al proxy y este envia al origen para indicar que el INVITE ha sido recibido y nos da señal de llamada (ringing), el destino devuelve con un mensaje OK 200 si acepta la petición INVITE al proxy y este lo reenvía al origen (nos indica que el destino ha descolgado).

Tanto origen y destino finalizan la petición INVITE mediante un ACK enviado desde origen-proxy-destino.

3.3.5.3. Tráfico de datos

Una vez establecida la sesión, los protocolos RTP y RTCP envían el tráfico de datos de acuerdo a los parámetros establecidos mediante SDP, estos tres protocolos forman parte de la pila de protocolos de SIP.

3.3.5.4. Finalización

La finalización de la sesión se define mediente una petición BYE que puede iniciarse tanto en el origen como en el destino hacia el proxy, este lo reenvia y se completa con un OK 200, al finalizar la sesión también se detiene el envío y recepción del tráfico RTP/RTCP.

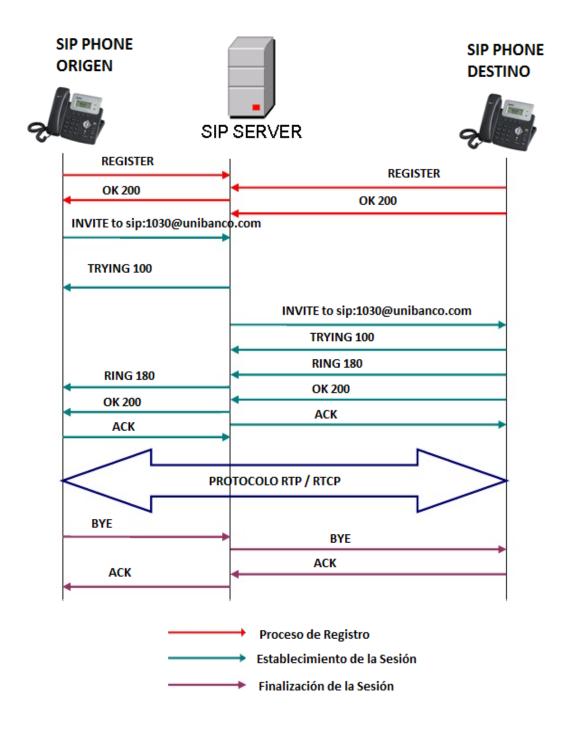


Figura 3.3. Proceso de una sesión SIP. Fuente: el autor.

3.4. PROTOCOLO IAX (INTER ASTERISK EXCHANGE v.2)

El protocolo IAX fue desarrollado por Digium⁶⁶ con el fin de comunicar servidores Asterisk con otros servidores del mismo tipo, es importante recalcar que IAX2 no está solo limitado a Asterisk, este protocolo está abierto para cualquiera que lo quiera descargar, utilizar y/o desarrollar.

IAX2 aún no es estándar de ningún protocolo aunque tiene algunas RFC⁶⁷ que hablan sobre su funcionamiento y los lineamientos del protocolo, se espera que en pocos años sea considerado como protocolo estándar en telecomunicaciones por la IETF.

3.4.1. ARQUITECTURA IAX2

IAX2 es un protocolo peer-to-peer, diseñado pensado y optimizado para el uso en conexiones de VoIP, IAX2 contiene a las funciones de control y de *media* en sí mismo, y no solo está enfocado en el transporte de audio ya que permite manejar una gran cantidad de códecs y múltiples streams, esto significa que puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de datos. Esta capacidad lo hace muy útil para realizar videoconferencias o la realización de sesiones remotas.

El diseño del protocolo fue enfocado a los siguientes parámetros que lo definen:

3.4.1.1. Eficiencia del ancho de banda

IAX está codificado como un protocolo binario -a diferencia de SIP que es un protocolo basado en texto-, una de las ventajas principales de utilizar un protocolo binario es la eficiencia que se consigue en el uso del ancho de banda ya que la calidad de la voz con frecuencia es relacionada con la cantidad de ancho de banda consumido.

.

⁶⁶ Creador de Asterisk y leader de comunicaciones abiertas de VOIP

⁶⁷ http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5456.txt

IAX2 tiene la capacidad de crear múltiples sesiones en un mismo flujo de datos a través del mecanismo de trunking, este es un método de gran ventaja para el uso eficiente del ancho de banda al enviar en simultáneos canales los datos y la señalización, los múltiples flujos de datos enviados son manejados y representados en un solo conjunto de paquetes, lo que significa que en un solo datagrama IP puede entregar información para más llamadas sin incrementar latencias y reduciendo el ancho de banda utilizado por las cabeceras.

3.4.1.2. Robustez

Es un protocolo robusto frente a los ataques de desbordamiento de buffer y a su capacidad de implementación compacta que tiene, lo cual reduce los posibles problemas de interoperabilidad que se puedan presentar, su arquitectura es muy simple en comparación con otros protocolos.

3.4.1.3. Transporte de los datos o media

La unidad atómica de comunicación de IAX2 son los FRAMES, existen algunas clases de ellos definidos a continuación.

- Full Frames (Frames F), encargados de llevar los datos de señalización y control
- Mini Frames (Frames M), transportan el flujo de datos en la comunicación.
- **Full Frames**, contienen a un elemento opcional llamado *Information Elements*, los cuales son los que describen datos específicos del usuario o de la llamada.
- Meta Frames, son utilizados para hacer call trunking o transmisión de video stream.

En IAX2 todo el tráfico de audio debe pasar obligatoriamente por el servidor IAX, esto puede producir un aumento en el uso del ancho de banda que deben soportar los servidores, sobre todo cuando existen gran cantidad de llamadas simultáneas.

3.4.1.4. Puertos

IAX2 ha definido un único puerto UDP 4569 para transmitir la información de señalización y los datos de todas sus llamadas, en comparación con SIP que utiliza el puerto 5060 para señalización y 2 puertos RTP por cada conexión de audio, si SIP maneja 50 llamadas simultaneas tendría que utilizar 100 puertos para RTP más el puerto 5060 de señalización, IAX fue desarrollado para utilizar un solo puerto para todo el tráfico que envía.

3.4.1.5. Manejo de NAT's

La principal fortaleza de IAX2 en comparación con los protocolos similares para aplicaciones de VOIP es su interoperabilidad con NAT (Network Address Translation) y los dispositivos de seguridad firewalls, debido a que IAX2 utiliza un único puerto UDP 4569 para transportar a los flujos de datos (media) y los mensajes de control, esto hace la administración sea mucho más fácil cuando las conexiones tienen que pasar por dispositivos firewalls, haciendo a IAX2 un protocolo ideal para ser aplicado en diseño de redes seguras⁶⁸.

3.4.2. CALL FLOW DE IAX2

Para entender el funcionamiento del protocolo, se muestra un ejemplo del proceso de una llamada en una comunicación IAX2, los mensajes que utiliza son lo siguientes:

- NEW, inicia la petición para la sesión entre los terminales IAX.
- ACCEPT, respuesta de aceptación de la petición.
- ACK, acuse de recibo.
- RINGING, fase de generación de tono.
- ANSWER, el destino acepta la llamada.
- MEDIA, transporte de los datos.
- HANGUP, señal de finalización

⁶⁸ Madsen Leif, Smith Jared, The Future of Telephony, Second Edition, ISBN 978-0-596-51048-0, pág, 188 http://cdn.oreilly.com/books/9780596510480.pdf

3.4.2.1. Establecimiento

El terminal IAX de origen inicia una conexión enviando un mensaje NEW, el destino responde con un ACCEPT y el terminal origen con ACK. En este punto se genera la señal de tono o RINGING que el destino responde con ACK para confirmar el mensaje, por último el terminal destino acepta la llamada mediante un ANSWER y el origen confirma el recibido con un ACK.

3.4.2.2. Transporte de los datos (media)

En esta fase se envían los frames M y F en ambos sentidos con la información de la media y de señalización. Los frames M contienen solo una cabecera de 4 bytes para reducir el uso en el ancho de banda.

Es necesario recalcar que sobre el protocolo IAX2 este flujo de datos utiliza el mismo protocolo UDP que el de los mensajes de señalización, esta fase si hacemos una analogía con SIP es en donde el tráfico RTP/RTCP es transportado.

3.4.2.3. Desconexión

La conexión se libera mediante el envío de un mensaje HANGUP y la confirmación mediante ACK del mismo.

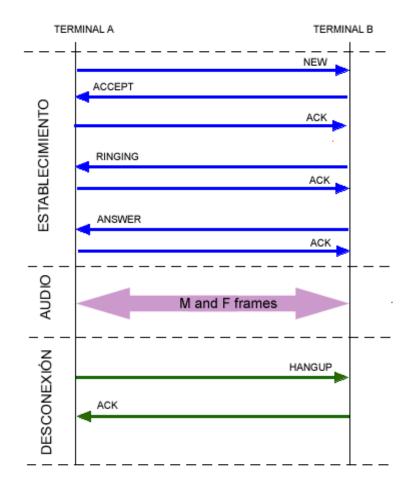


Figura 3.4. Proceso de una llamada mediante el protocolo IAX2.

Fuente: el autor

3.5. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE

La misión de los protocolos de transporte es de trasladar los contenidos y aplicaciones multimedia como son música, videoconferencia, video, telefonía en Internet, etc., del origen al destino sobrellevando dificultades como el mayor requerimiento de ancho de banda, manejando una adecuado secuencia de los datos ya que generalmente la mayoría de estas aplicaciones requieren el tráfico en tiempo real: es decir los flujos de audio y video deben reproducirse en la misma forma en que fueron construidos y de forma sincronizada.

3.5.1. PROTOCOLO RTP (REAL TIME TRANSPORT PROTOCOL)

El protocolo RTP típicamente trabaja sobre UDP, ya que posee menor retardo que TCP, por tanto con UDP se gana velocidad a cambio de sacrificar la confiabilidad que TCP ofrece, es un protocolo estándar de la IETF y definido en la RFC 1189 en un principio y actualizado a la RFC 3550⁶⁹ posteriormente.

La función básica de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar tanto a un solo destino (unicast) o múltiples destinos (multicast), tal como las aplicaciones de video conferencia en donde el flujo de datos de audio y video procedentes de varios remitentes pertenece a una misma sesión RTP.

3.5.1.1. Encapsulamiento RTP

El lado emisor encapsula el flujo de datos (voz y/o video) dentro de un paquete RTP, luego encapsula el paquete en un segmento UDP para posteriormente manipular el segmento a IP, el lado receptor extrae el paquete RTP desde el segmento UDP, a continuación extrae la *media* del paquete RTP y envía el flujo al reproductor de medios para decodificación e interpretación.

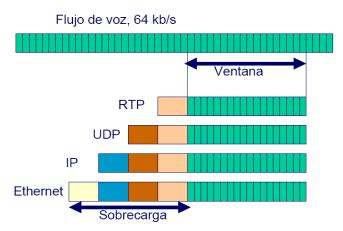


Figura 3.6. Trama RTP en suma con los distintos protocolos.

Fuente: el autor.

⁶⁹ http://tools.ietf.org/html/rfc3550

El tráfico RTP enviado más la suma de protocolos en donde este se encapsula y que se llama sobrecarga, dará el resultado del ancho de banda final requerido para el envío total de los datos.

Se debe recalcar que RTP no proporciona ningún mecanismo para asegurar la entrega efectiva de los datos o algún nivel de calidad de servicio que lo garantice, de hecho la encapsulación en RTP es vista solamente por los terminales, los routers no distinguen entre datagramas IP que transportan paquetes RTP y datagramas IP que no lo hacen.

3.5.1.2. Cabecera de un paquete RTP

Cada paquete RTP consiste de una cabecera y los datos de voz, el formato de la cabecera es mostrado en el siguiente cuadro.

Payload	Sequence	Timestamp	Syncronization	Miscellaneous
type	number		source identifier	fields

Cuadro 3.2. Campos de cabecera en un paquete RTP.

El payload-type

Es un campo de 7 bits, en el flujo de un audio este campo es utilizado para indicar el tipo de codificación que está siendo utilizado, si el remitente decide cambiar la codificación en el medio de la sesión, este puede informar al recipiente del cambio a través del campo payload-type, estos cambios se pueden presentar debido a factores como incrementar la calidad del audio o disminuir la velocidad de transferencia de bits del flujo RTP.

Sequence number

El campo de número de secuencia tiene 16 bits, este número incrementa en uno por

Cada paquete RTP enviado, esto le permite al receptor detectar paquetes perdidos, o fuera de orden para restaurar la secuencia del paquete.

Payload-Type number	Audio Format	Sampling Rate	Rate
0	PCM u-law	8 KHz	64 Kbps
1	1016	8 KHz	4.8 Kbps
3	GSM	8 KHz	13 Kbps
7	LPC	8 KHz	2.4 Kbps
9	G.722	8 KHz	48-64 Kbps
14	MPEG Audio	90 KHz	-
15	G.728	8 KHz	16 Kbps

Cuadro 3.3. Tipos de Payload de audio soportados por RTP.

Fuente: Kurose James F., Computer Networking, p.597

Para el flujo de datos de video, el payload-type es también utilizado para indicar el tipo de codificación usada en él, nuevamente el remitente puede cambiar la codificación del video durante la sesión, algunos payload-types de video soportados por RTP son los siguientes.

Payload-Type number	Video Format	
26	Motion JPEG	
31	H.261	
32	MPEG 1 video	
33	MPEG 2 video	

Cuadro 3.4. Formatos de video soportados por RTP

Timestamp

Este campo posee 32 bits, indica el primer byte del muestreo inicial de un paquete RTP, el receptor puede utilizar estos timestamps con el fin de remover el jitter de un paquete introducido en la red y reproducir las muestras con la misma cadencia con las que fueron obtenidas, este cambio se mide en unidades de 125us, si ponemos como ejemplo a una aplicación de audio que posee 100 tramas el valor de timestamp incrementará en 100 por cada paquete RTP siguiente.

Synronization source identifier (SSRC).

El Campo identificador de origen de sincronización es de 32 bits, identifica a cuál flujo pertenece el paquete. Es el método para multiplexar/demultiplexar varios flujos de datos en un solo flujo de paquetes UDP.

3.5.2. PROTOCOLO RTCP (REAL TIME CONTROL PROTOCOL)

Es un protocolo que se puede utilizar en conjunción con RTP, se encarga de proporcionarle mecanismos de control y de retroalimentación sobre la calidad de servicio del paquete, esto quiere decir que RTCP no encapsula las tramas de audio y video, en su lugar los paquetes RTCP son enviados periódicamente y contienen reportes del remitente o receptor que comunica estadísticas que pueden ser de mucha utilidad para la aplicación, estas estadísticas incluyen número de paquetes enviados, número de paquetes perdidos y los tiempos del jitter, esta información de retroalimentación puede ser utilizada con propósitos de diagnostico y determinación de problemas de calidad en la transmisión.

3.5.2.1. Paquetes RTCP

Para cada flujo de datos RTP que el receptor recibe como parte de una sesión, el receptor genera un reporte de recepción, este agrega dicho reporte dentro de un solo paquete RTCP, el paquete es enviado dentro de un árbol multicast que conecta a todos los participantes de la sesión

Los tipos de reporte que genera RTCP son:

- Sender Report (SR): paquete que contiene un conjunto de estadísticas de transmisión y recepción que provienen de participantes que son emisores activos.
- Receiver Report (RR): conjunto de estadísticas que provienen de participantes que son sólo receptores.
- Source Description (SDES): Contiene el CNAME⁷⁰ que identifica al usuario en las sesiones multimedia.
- Explicit Leave (BYE): es un mensaje de fin que permite a un participante indicar que deja la sesión, también utilizado cuando existe una colisión de identificadores.

3.5.2.2. Funcionalidades de RTCP

- Feedback sobre el QoS, mediante RTCP el receptor envía al emisor estadísticas sobre la calidad de la recepción, esta información puede ser empleada por la fuente en aplicaciones adaptadas que ayuden a ajustar la codificación y demás parámetros en función de este feedback.
- Flexibilidad, el audio y video generalmente son transportados en flujos de datos diferentes que son sincronizados en el receptor, la capacidad de sincronización lo brinda RTCP, incluso cuando los flujos procedan de fuentes distintas.
- Identificación, los paquetes RTPC encierran información de identificación de cada participante en la sesión, y lo envía dentro de un árbol multicast que conecta a todos los participantes de la sesión, esto permite a cada participante conocer la identidad del otro.

⁷⁰ Identificador persistente para una fuente RTP a nivel de la capa de transporte para evitar colisiones de identificadores de SSRC.

 Control de la sesión, permite conocer si un participante abandona la sesión.

3.6. GESTION DE QoS (QUALITY OF SERVICE)

3.6.1. INTRODUCCIÓN

La calidad de servicio se define como el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de un servicio⁷¹ y de forma general al con conjunto de requisitos que una red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos.

QoS es usado como el instrumento idóneo para medir calidad. Esto se debe a que la calidad de servicio se refiere al nivel de calidad con la cual una aplicación responde, cumpliendo de ésta forma con los requerimientos mínimos establecidos para determinado QoS, indica la percepción del usuario de un servicio concreto y se define en términos de una serie de parámetros técnicos que incluyen el retraso, la inestabilidad, la confiabilidad, entre otros.

Los métodos de QoS deben tener la habilidad de definir los parámetros para configurar una red que pueda transportar un paquete entre dos nodos considerando rendimiento, disponibilidad y retardos óptimos. Estos parámetros no son fijos y pueden variar dependiendo de la aplicación que esté utilizando los servicios de red, como ejemplo podemos citar a que el retraso máximo esperado para una comunicación de voz con telefonía IP es de 300 ms punto a punto, si se tienen siete enrutadores con retraso promedio de 50ms cada uno no se logrará una comunicación eficiente, esto sin importar que se tenga un buen ancho de banda disponible, de ahí a que el disponer de un ancho de banda suficientemente grande no implica que el servicio entregado vaya a ser de calidad.

⁷¹ Recomendación de la norma UIT-T X.902 y E.800

3.6.2. FACTORES QUE INFLUENCIAN EN LA CALIDAD DE LA VOZ

Se tiene ciertos factores en una red de conmutación de paquetes que se debe tomar cuenta al abordar la integración de redes de voz, datos y aplicaciones multimedia y que en que la transmisión se pueden volver elementos de criticidad para que una comunicación no tenga adecuados niveles de servicio, es importante entender estos factores con el objetivo de minimizarlos y controlarlos

3.6.2.1. Disponibilidad de Ancho de banda

El ancho de banda utilizado en una transmisión multimedia está definido en función del códec utilizado y su nivel de compresión, esto independientemente del ancho de banda que se disponga, ya que el ancho de banda total debe repartirse entre todas las aplicaciones que viajan a través de la red, la técnicas empleadas en modelos de QoS serán vitales y determinantes en los retardos y pérdidas de paquetes que sufrirán los paquetes y por tanto en la apreciación de calidad del servicio.

3.6.2.2. Eco

El eco es un fenómeno relacionado con la reflexión del sonido. En la telefonía se da cuando el interlocutor puede escuchar su propia voz durante una sesión de audio, es decir, el sonido regresa a la fuente.

Este fenómeno siempre estará presente pero se considera tolerable, mientras el retardo de extremo a extremo sea menor a 25 milisegundos, de lo contrario puede causar interrupciones y pérdida de la interactividad, mientras más ruidoso y largo es el eco más molesto se vuelve.

Se pueden mencionar dos tipos de ecos; el eco directo que es deseable para quien habla y consiste en una pequeña realimentación de la voz propia de quien habla en su auricular otorgando una sensación de naturalidad al usuario, y el eco del auricular, este tipo de eco no es tolerable, puesto que la voz de la persona con quien se habla se detecta en forma doble, para combatir los efectos del eco, las aplicaciones implementan supresores de eco, estos supresores están limitados por el número total

de tiempo que esperan para recibir el sonido reflejado, este fenómeno se conoce como final del eco⁷².

3.6.2.3. Retardo

Los retardos son especialmente críticos en las comunicaciones de tiempo real, si este es muy grande la interactividad comienza a ser pobre, para el caso de las redes Voip se pueden identificar diversos tipos de retardos:

El retardo de extremo a extremo⁷³ consiste en tres principales componentes, el retardo de empaquetamiento y playout, retardo de transporte y el retardo de propagación. El retardo de empaquetamiento incluye el tiempo que toma el retardo de codificación, de decodificación, compresión y decompresión.

- Retardo de empaquetamiento: El tiempo que toma grabar las muestras de voz y ponerlas en segmentos. El valor promedio de este retardo está entre 10 y 30 milisegundos por paquete en función del hardware.
- Retardo de codificación: El tiempo necesario para transformar el segmento de voz a su representación bits, entre 5 y 10 milisegundos es el tiempo promedio.
- Retardo de compresión: El tiempo requerido para comprimir los segmentos de voz, colocarlos en paquetes e inyectarlos en la red. Entre 5 y 10 milisegundos.
- Retardo de red: El intervalo de valores está entre 70 y 120 milisegundos.
 Este retardo está compuesto por:
 - Retardo de procesamiento: El tiempo que le toma al ruteador procesar el encabezado de cada paquete.

⁷² James F. Kurose and Keith W. Ross, Computer Networking, 2006, ISBN 0-321-22735-2, p. 37

⁷³ Latencia

- Retardo de las filas de espera (queueing⁷⁴): El tiempo que los paquetes esperan en las filas de los ruteadores para ser atendidos.
- Retardo de transmisión: El tiempo que tarda en poner todos los bits de un paquete en el enlace.
- Retardo de propagación: El tiempo que le toma a la señal a nivel físico propagarse por el medio.
- Retardo de decodificación: El tiempo que toma descomprimir los paquetes entre 5 y 10 milisegundos
- Retardo de playout: El tiempo que esperan los paquetes en el bufer del playout desde que son recibidos hasta que son reproducidos. Entre 50 y 200 milisegundos

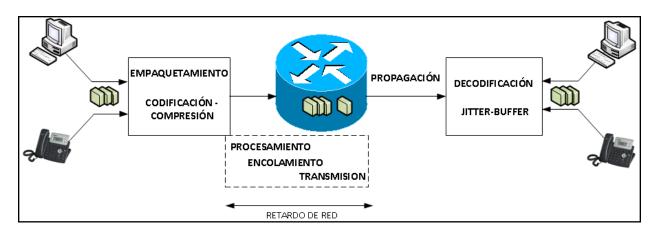


Figura 3.5. Tipos de retardo.

Fuente: el autor

Supresión de silencios y ruido de confort

Para lograr eficiencia en la transmisión de voz, se implementan algoritmos de compresión que reconocen silencios en la línea con el objetivo de lograr mayor compresión y mejor eficiencia en el uso del ancho de banda. En el otro extremo, este silencio es convertido en ruido artificial denominado *ruido de*

⁷⁴ Encolamiento

confort, que da una percepción de estar escuchando ruido ambiental y evita la sensación de que se ha cortado la comunicación.

3.6.2.4. Latencia

La latencia es el tiempo que toma un paquete desde el momento en que es enviado hasta en el que el destino indica su recepción, en estos términos tenemos 2 tipos de latencia, la latencia real que se refiere al retraso físico de la transmisión por el medio, que depende de las características del mismo medio de transporte, y la inducida que se define como el retraso provocado en la red por las filas de espera en los dispositivos.de red, el retraso inherente al procesamiento en los dispositivos y la congestión presente en los puntos intermedios de las trayectorias de los datos.

En total se tiene un promedio de entre 150 y un máximo de 400 milisegundos para los valores del retardo de extremo a extremo.



Figura 3.6. Calidad de la voz percibida en función del retardo total⁷⁵.

Fuente: el autor.

3.6.2.5. Jitter y Jitter buffer

La diferencia entre el espacio del tiempo de transmisión y el espacio del tiempo de recepción se le conoce como variabilidad en el retardo o jitter, esto es ocasionado por diferentes causas entre ellas: diferencias en el tiempo de encolamiento para cada paquete, paquetes con enrutamiento en distintas rutas, por retransmisiones en los enlaces, etc. Entonces, al momento que los paquetes llegan al receptor, la mayoría de ellos han perdido el intervalo regular que había entre ellos al momento de salir del emisor, el valor límite para Jitter es de 100ms.

⁷⁵ Recomendación ITU-T G.114

En otros casos, los paquetes puede llegar en desorden o en el peor de los casos no llegar, por estas razones los paquetes de las sesiones de VoIP recibidos no pueden ser reproducidos en el momento que llegan, los paquetes deben esperar en el receptor para su reordenamiento y re-espaciamiento.

El problema de la variabililidad del retardo se resuelve al agregar retardo adicional a los paquetes, este retardo es el tiempo que se mantiene el flujo de paquetes antes de recuperar la forma de onda de la señal de voz para ser entregados y se le conoce con el nombre de jitter buffer o *dejittering delay*, si el paquete llega después de su tiempo límite, entonces se descarta y se espera por el siguiente, la utilización de jitter-buffer tiene la limitante de que aumentan la latencia total a toda la comunicación.

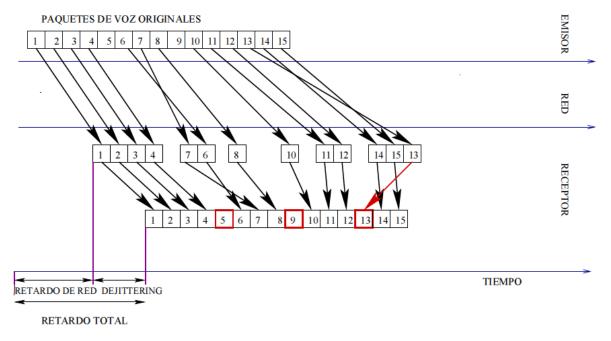


Figura 3.11. Emulación del retardo total desde el inicio de la comunicación a su fin.

Fuente: el autor.

3.6.2.6. Pérdida de paquetes

Los paquetes pueden perderse por diferentes razones como la congestión, por errores de transmisión y/o errores de enlace. Adicional a este tipo de pérdidas,

existen de otro tipo que se les conoce como pérdidas artificiales que se presentan cuando la latencia es excesiva, por lo que estos paquetes son inútiles para la sesión de audio sin importar que lleguen correctamente al receptor.

La aplicaciones de audio toleran cierta tasa de pérdidas sin impactar la calidad de la voz, hasta el 5 % de pérdidas es tolerable, no obstante se sugiere que la tasa sea menor a al 3% ya que con esto se obtienen los más altos niveles de satisfacción.

Los mecanismos para tratar las pérdidas en Voip se clasifican como Corrección de Error Proactiva (FEC) y Corrección de Errores Reactiva (ARQ).⁷⁶

- FEC (Forward Error Correction), consiste en reconstruir el paquete basándose en la información contenida en los paquetes que le siguen, su desventaja es que al necesitar el paquete siguiente para recuperar el anterior, se supone un aumento del retardo de al menos un paquete.
- ARQ (Automatic Repeat reQuest), es un mecanismo usado para recuperarse de las pérdidas haciendo una petición explícita a la fuente, este mecanismo introduce retardo adicional muchas veces no tolerable para la aplicación.

3.7. ARQUITECTURA DE QoS.

La meta principal de las aplicaciones de QoS es proveer prioridad, incluyendo ancho de banda dedicado, jitter y latencia controladas, estos dos últimos parámetros son necesarios para tráfico en tiempo real o interactivo. Es vital asegurarse que al proveer prioridad a uno o más tipos de flujos, no hacer que otros tipos de flujo fallen, esto es proveer mejor servicio a ciertos flujos de paquetes definidos, incrementando la prioridad de un flujo o limitando la prioridad de otro.

http://mcyti.izt.uam.mx/~kmiranda/docs/MastersThesis.pdf

⁷⁶ Control de la congestión, Miranda Campos Karen, Evaluación de algoritmos de control de retardo en Voz sobre Internet, 2008, p.23

3.7.1. PROVISIÓN EN QoS.

El mecanismo de provisión de QoS facilita un medio para distinguir paquetes, tratarlos de forma diferente permitiendo dar soporte a servicios que posean necesidades específicas como las estudiadas anteriormente en la sección 3.6.2.

Los principios básicos para esta provisión de garantizar QoS son los siguientes:

3.7.1.1. Marcado y clasificación de paquetes

Para cada flujo, las fuentes declaran su patrón de tráfico y los requisitos de QoS, el marcado y clasificación de paquetes permite a un router distinguir entre los paquetes las diferentes clases de tráfico.

3.7.1.2. Aislación de tráfico

Es deseable proveer cierto grado de aislamiento a los flujos o clases de tráficos, de modo que un flujo no se vea afectada por otro flujo de comportamiento no deseable y produzca interferencias en el QoS

3.7.1.3. Mecanismo de planificación y asignación de recursos.

Mientras se provee el aislamiento entre flujos, es conveniente que las fuentes conformen su patrón de tráfico al declarado (shapping) y la red debe supervisar y monitorizar su cumplimiento (policing).

3.7.1.4. Proceso de Admisión

Se necesita un mecanismo de control de admisión para admitir o rechazar un flujo si la técnica de QoS solicitada no puede ser óptima y no se puede garantizar, esto sin comprometer a otros flujos ya aceptados.

Para proveer prioridad a ciertos flujos, primero deben ser identificados y si se desea también marcarlos, estas dos tareas se conocen también como clasificación e identificación de flujos, a continuación veremos algunos de las métodos para realizar este control de la congestión.

3.7.2. FIRST IN-FIRST OUT (FIFO)

FIFO se define como el encolamiento de primero en entrar, primero en salir (First-in, first-out. FIFO), es la disciplina más básica para servir paquetes ya que todos los paquetes se tratan por igual, colocándolos en una única cola y despachándolos en el mismo orden en el que fueron colocados en ella. FIFO se denomina también primero en llegar, primero en servirse (First-come,first-served, FCFS⁷⁷).

Los paquetes que llegan a la cola FIFO, esperan para ser trasmitidos; si la red está ocupada con algún otro paquete o si no existe suficiente espacio de almacenamiento en el buffer para mantener al paquete en la cola, la política de descarte de paquetes de la cola determinará si el paquete será descartado o si otro paquete será removido de la cola y así proveer espacio y permitir el arribo de uno nuevo. Cuando el paquete es totalmente trasmitido y entregado por la cola (recibido), este es eliminado de la misma.

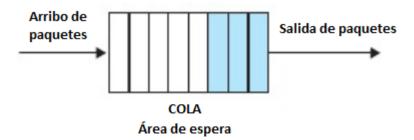


Figura 3.7. Representación de la disciplina FIFO.

Fuente: el autor

El modo de operación de FIFO es la siguiente:

- Los paquetes llegan numerados uno a uno indicando su orden de llegada.
- Los paquetes son puestos en cola de espera y estar listos para su salida.
- Los paquetes salen de acuerdo al mismo orden de llegada.

 77 James F. Kurose and Keith W. Ross, Computer Networking, $\,2006,\,ISBN\,\,0\text{-}321\text{-}22735\text{-}2,\,p.\,\,621$

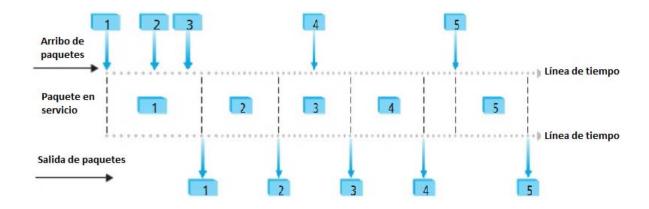


Figura 3.8. Modo de operación de la disciplina FIFO.

Fuente: el autor.

Esta técnica de control de la congestión no es la más adecuada para aplicaciones de voz sobre paquetes puesto que como lo dijimos no distingue entre los distintos tipos de tráfico y puede ocurrir que una fuente de tráfico ocupe todo el ancho de banda disponible, causando retardos inaceptables.

3.7.3. PRIORITY QUEUEING⁷⁸ (PQ).

Es la base de una clase de algoritmos para servir colas, diseñados para proporcionar un método simple que soporte clases de Servicios Diferenciados. La disciplina de prioridad por colas trabaja de acuerdo a la llegada de los paquetes a los cuales los clasifica y posteriormente los coloca en diferentes colas según su prioridad.

El algoritmo de prioridad de cola (PQ) asegura que el tráfico importante tendrá un manejo rápido y estricto en cada punto por donde pase. Cada prioridad típicamente tiene su propia cola; es decir durante la transmisión el algoritmo asigna a los paquetes de alta prioridad un tratamiento preferencial absoluto sobre los de baja prioridad.

⁷⁸ Encolamiento por prioridad por sus siglas en inglés.

Cuando se escoge el paquete para trasmitir, PQ transmitirá un paquete de la cola con prioridad más alta hasta que queda vacía y continua la transmisión de los paquetes de las siguientes colas de acuerdo a su prioridad en el orden FIFO.

Cada paquete se pone en una de 2 diferentes filas de espera, alta, y baja, según la prioridad asignada. Aquellos paquetes que no se puedan clasificar bajo este mecanismo se consideran como tráfico normal.

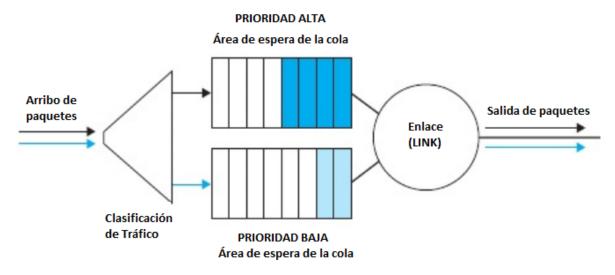


Figura 3.9. Representación de la disciplina por prioridad PQ.

Fuente: el autor.

PQ tiene varias limitaciones:

- Si la cantidad de tráfico de alta prioridad no se acondiciona o se le aplican funciones de seguridad en los routers de entrada a la red, el tráfico de baja prioridad, puede experimentar un retardo excesivo mientras espera a que se sirva el tráfico de alta.
- Si el volumen de tráfico de alta prioridad llega a ser excesivo, se puede descartar el tráfico de baja prioridad cuando las memorias reservadas para este tipo de tráfico se desborden.
- Un mal comportamiento de un flujo de tráfico de alta prioridad, puede ocasionar el aumento significativo del retardo y de la varianza del retardo

experimentado por otros flujos de tráfico de alta prioridad con los que comparte la cola.

3.7.4. ROUND ROBIN⁷⁹ QUEUEING (WWR)

La disciplina WRR asocia un peso a cada tipo de tráfico, el cual es empleado para determinar al ancho de banda que se le asigna al tráfico que corresponde.

Se lo representa con la siguiente fórmula.

Bi = B * (wi/
$$\sum$$
wi)

Donde **Bi** es el ancho de banda asociado al flujo **i**; **wi** es el peso asociado a este tipo de tráfico y **B** es el ancho de banda disponible, las colas se sirven en orden decreciente de prioridad por peso (clase).

En WRR, los paquetes son clasificados de forma de similar al método PQ en clases, sin embargo en lugar de que haya una estricta prioridad de servicio entre clases, Round Robin alterna el servicio entre clases, dicho en su forma más simple, el paquete de la clase 1 es trasmitido primero, seguido por el paquete de la clase 2, seguido por el paquete de la clase 1 y nuevamente seguido por el paquete de la clase 2, de esta forma sucesivamente.

Round Robin nunca permitirá que el servicio permanezca inactivo cuando haya paquetes (de cualquier clase) en la cola para ser trasmitidos, esta disciplina busca el paquete de una clase dada, pero si no la encuentra, está vacía o ya ha alcanzado el ancho de banda máximo asignado a dicha cola, inmediatamente revisará la próxima clase en la secuencia de las colas Round Robin.

⁷⁹ Round Robin, es una sucesión ordenada (secuencial y circular) que permite dar servicio a cada una de las colas del primero al último y de vuelta al primero.

3.7.5. WEIGHT FAIR QUEUING (WFR)

La disciplina de servicio por peso justo o conocida como de equidad entre flujos (WFQ) es un algoritmo que permite crear igualdad ya que cada fila de espera será servida de la misma manera.

Por ejemplo, si una fila de espera 1 tiene un paquete de 200 bytes y la fila de espera 2 tiene dos paquetes de 100 bytes, el algoritmo tomará los dos paquetes de la fila de espera 2, esto hace que el servicio sea justo para cada fila de espera, es decir 200 bytes una vez que cada fila de espera tenga salida al enlace.

WFQ asegura que las filas de espera no queden con necesidad de mayor ancho de banda y el tráfico se hace predecible. Los volúmenes bajos de tráfico son en mayoría el tráfico existente y reciben un servicio mejorado, al transmitir el mismo número de bytes por cada fila de espera como si fueran cadenas de bits de alto volumen.

El comportamiento de WFQ resulta en lo que aparenta ser un servicio preferente para tráfico de bajo volumen, cuando en realidad lo distribuye igualmente. WFQ está diseñado para minimizar la configuración y adaptarse automáticamente a las condiciones de tráfico de red; de hecho, hace un buen trabajo para la mayoría de las aplicaciones y se ha convertido en el estándar para las interfaces seriales WAN que corren con líneas cuya velocidad es menor a un E1.

Bajo la disciplina WFR, cada tipo de tráfico se caracteriza por un peso proporcional al ancho de banda en que se desea asignar a dicho tipo de tráfico, WFR ordena los paquetes en una única cola de salida, en función de la estimación del tiempo que tardaría el paquete en trasmitirse, utilizando para dicho valor el peso correspondiente, esto quiere decir que esta disciplina divide el tráfico en diferentes flujos dependiendo de la información de la cabecera que es la misma que determina el valor de los pesos.

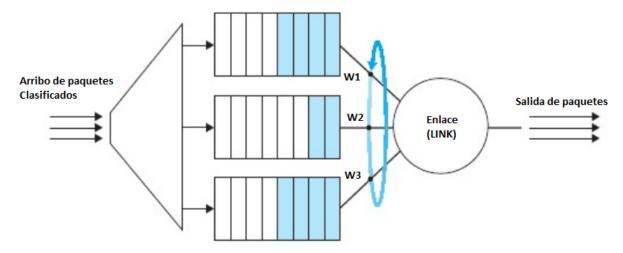


Figura 3.10. Representación de la disciplina Weight Fair Queuing.

Fuente: el autor.

WFQ juega un rol central en las arquitecturas de QoS, y también se encuentra disponible en todos los routers de Cisco a partir del IOS de 2002.

WFQ también toma en cuenta RSVP⁸⁰, el cual utiliza para distribuir el búfer y programar paquetes, lo cual garantiza el ancho de banda para flujos reservados.

3.7.6. CONFORMACIÓN DEL TRÁFICO Y CONTROL (SHAPING AND POLICING)

El shaping y policing responden al hecho de controlar que los flujos de datos no violen ciertas asignaciones de control impuestas, el shaping es utilizado para conformar flujos de tráfico que no limiten el ancho de banda disponible y para prevenir una utilización indiscriminada de la misma.

Policing es similar al shapping pero difiere en un importante punto, el tráfico que excede la tasa configurada no es procesado y normalmente es descartado, es decir

⁸⁰ RSVP - *Resolve Reservation Protocol*- Protocolo de control de red que permite a las aplicaciones de una red de paquetes obtener un QoS determinado para sus flujos de datos - Huidobro, José M; Roldán, David, Integración de voz y datos, 2006, ISBN 84-481-3850-3, p. 173.

cuando llegan demasiados paquetes que no se ajustan a los límites definidos en la conformación del tráfico, se descartan, también se lo identifica como la regulación de la velocidad a la que se permite un flujo de inyectar paquetes en la red, esto es necesario en cualquier arquitectura de QoS

Las funciones más utilizadas para el Shapping y Policing son las siguientes:

3.7.6.1. CAR (Committed Access Rate)

Se usa para limitar el ancho de banda de un flujo dado, en favor de otro flujo, con CAR los paquetes que cumplen cierto criterio pasan, los que no se descartan.

Este mecanismo de supervisión controla la tasa máxima de transmisión del tráfico que llega o que sale y adicionalmente provee control de la velocidad máxima de tráfico trasmitido o recibido en una interface, muy frecuentemente es configurado en las interfaces en el borde de una red para limitar el tráfico desde o hacia la misma.

El tráfico que está bajo los parámetros definidos es trasmitido, mientras que los paquetes que exceden la cantidad aceptable de tráfico son descartados o se trasmiten con una prioridad distinta.

3.7.6.2. GTS (Generic Traffic Shape)

Proporciona un mecanismo de control del tráfico en una interface en particular, reduce el tráfico de salida para evitar congestión y restringe tráfico específico a una tasa de transferencia fija mientras que el resto de tráfico lo coloca en la salida.

3.7.6.3. FRTS (Frame Relay Traffic Shaping)

Es un mecanismo específico para la administración de tráfico en tecnologías de Frame Relay, FRTS optimiza la escalabilidad y rendimiento en una red Frame Relay, optimizando la densidad de circuitos virtuales y mejorando en tiempos de respuesta.

A continuación se verá tres criterios importantes de policing, cada uno diferente del otro de acuerdo a la escala de tiempo sobre el cual el paquete está siendo supervisado.

3.7.7. EFICIENCIA DEL ENLACE

Existen ciertos mecanismos adicionales al shapping, policing y gestión de colas que proporcionan una eficiencia en el enlace, estos son la compresión de la cabecera RTP y la fragmentación.

3.7.7.1. LFI (Link and Fragmentation Interleaving)

La LFI se la utiliza como una técnica para aplicaciones que manejan tráfico interactivo y susceptible a aumentos de latencia y jitter debido a que la red tiene que procesar paquetes de gran tamaño que ocupan las interfaces de trasmisión de los routers por largo tiempo.

El uso de esta técnica reduce la variación del tamaño de los paquetes grandes existentes en la cola de salida, es decir los trocea y entrelaza los paquetes de menor retardo, obteniendo así paquetes más pequeños, como consecuencia se reduce el retardo y el jitter sufrido por los paquetes mejorando el tiempo de entrega a su destino.

3.7.8. PREVISIÓN DE LA CONGESTIÓN.

En una red de QoS se hace necesario el disponer de técnicas de previsión de la congestión, los 2 mecanismos que se encargan de monitorizar las cargas de tráfico de la red para anticiparse a posibles problemas de congestión, identificando que paquetes deben ser descartados y cuáles no son RED (Random Early Detection) y WRED (Weighted Random Early Detecction).

3.7.8.1. RED

RED supervisa el tráfico de la red antes de que llegue a ser un problema sobre la misma, esto lo consigue vigilando la carga de tráfico en puntos en la red e inicia un

proceso de descarte aleatorio de paquetes cuando detecta una tendencia a la congestión o esta tiende a aumentar, RED está diseñada para trabajar principalmente con TCP/IP.

3.7.8.2. WRED

WRED es la versión ponderada de RED y combina sus capacidades, adicionalmente la probabilidad de descarte de un paquete es definido por la prioridad con la que llegue en la cola y por un peso asociado al tipo de tráfico al que pertenece el paquete, esto quiere decir que si es un paquete de alta prioridad y el enrutador no tiene oportunidad de guardarlo, el router revisará la prioridad de todos los paquetes que llegan y descarta a los de baja prioridad, permitiendo a los de alta prioridad guardarse en la fila de espera o cola, el objetivo de WRED es básicamente que los paquetes de mayor prioridad tengan la menor probabilidad al descarte.

3.7.9. CONTROL DE ADMISIÓN (CALL ADMISIÓN)

El concepto de control de admisión es aplicado solamente para el tráfico de voz, si el tráfico de datos sobrepasa los recursos que le fueron asignados, se aplicará la técnicas revisadas anteriormente como encolado, shaping, policing, etc.

De forma general en el nivel IP, el mecanismo de control de admisión pone en práctica un algoritmo de decisión para determinar si un nuevo flujo de tráfico puede ser admitido sin degradar el QoS de flujos antes permitidos. Cada flujo de tráfico requiere la cierta cantidad de recursos, como el ancho de banda y espacio en el buffer del router, y así poder transferir los datos de una fuente hacia su destino. El objetivo del sistema es determinar correctamente la región de admisión, desde un algoritmo que innecesariamente niegue el acceso a flujos correctos hasta saber los recursos de red que los usuarios utilizan.

Por otra parte, un algoritmo que incorrectamente admite demasiados flujos inducirá en la degradación del QoS, por lo tanto el mecanismo de control de admisión será utilizado para controlar que los recursos asignados en la red se utilicen correctamente.

El esquema de control de admisión se caracteriza por:

- Tener conocimiento sobre la capacidad total del sistema y las cargas generadas por las aplicaciones.
- Regular el acceso a los recursos para evitar la sobrecarga y así no deteriorar el servicio a las conexiones ya establecidas.
- Ser un componente de control de tráfico por lo que ayuda a prevenir la congestión en la red.

3.7.10. NIVELES DE CALIDAD DE SERVICIO.

Los niveles o modelos de servicio se refieren a la capacidad de la red para proporcionar un servicio requerido por un determinado tipo de tráfico desde un extremo de la red hacia el otro. Los servicios se diferencian en cuan estrictos son con la calidad de servicio, lo cual describe que tan cerca se puede medir el servicio en ancho de banda, retrasos (jitter) y características de pérdidas, etc.

Hay tres niveles o arquitecturas de QoS de extremo a extremo que se pueden proporcionar a través de una red.

3.7.10.1. Servicio de Mejor Esfuerzo (Best Effort BE)

También se conoce como falta de QoS, este servicio se refiere a conectividad básica sin ninguna garantía, se caracteriza por filas de espera tipo FIFO que no tienen diferenciación entre flujos; es decir, la aplicación envía los datos donde sea necesario sin límite de cantidad o política que lo permita, por tanto la red aceptará el tráfico de la aplicación siempre que pueda sin garantías de entrega de ningún tipo.

3.7.10.2. Servicios Diferenciados (DiffServ)

Es una arquitectura de QoS flexible, donde cierto tráfico se trata de mejor manera que el resto, incluye un manejo más rápido del tráfico, más disponibilidad promedio de ancho de banda y menores pérdidas, se prioriza el tráfico sobre flujos de paquetes individuales en la red que se categorizan de acuerdo a su clase de servicio y se basa en la información contenida en cada paquete para cumplir con los requerimientos de QoS.

3.7.10.3. Servicios Integrados (IntServ)

Este nivel de servicio es un modelo multiservicio conocido como QoS duro, capaz de atender simultáneamente diferentes requerimientos de QoS,

En IntServ la red tiene una doble función, la una de efectuar un control de admisión basándose en la información suministrada por la aplicación y la disponibilidad de recursos, y la segunda a comprometerse a garantizar la calidad de servicio siempre que la aplicación no cambie su perfil de tráfico con el cual inicia la petición a la red, es decir se reservan recursos de acuerdo al flujo de paquetes, donde el flujo puede ser tratado como una sesión particular de comunicación entre dos partes.

La arquitectura IntServ define 2 clases de servicio

• Garantizado (Guaranteed Service)

La especificación de servicio garantizado está definido en la [RFC 2212]⁸¹, establece garantía de ancho de banda y límites estrictos en los retardos de colas para los flujos que lo conforman, no se controla el retardo mínimo o el retardo promedio sino el retardo en cola máximo.

_

 $^{^{81}\} RFC\ 2212-Especificaciones\ de\ calidad\ de\ servicio\ garantizado.\ http://www.faqs.org/rfcs/rfc2212.html$

El Servicio Garantizado maneja una absoluta reserva de la red (RSpec⁸²) para un tráfico específico (Tspec⁸³).

Servicio de carga controlada (Controlled-Load Netwrok Service)

Este tipo de servicio no provee ninguna garantía en límites de retardo y ancho de banda en términos cuantitativos, es adecuado para aplicaciones adaptativas a las variaciones en el retardo a costa de la calidad y requieren cierto grado de aseguramiento del desempeño pero sin límites absolutos.

La implantación de calidad de servicio es esencial para el éxito de aplicaciones avanzadas, como telemedicina, videoconferencia y telefonía IP. Estas aplicaciones demandan, además de gran ancho de banda, un servicio diferenciado y la mayoría de los casos es necesario garantizar que la transmisión de los datos sea realizada sin interrupción o pérdida de paquetes.

82 Define los requerimientos del servicio en términos de ancho de banda.

⁸³ Describe las fuentes del tráfico como la tasa con la que llegan los paquetes y la velocidad máxima con la que pueden trasmitirse.

CAPITULO 4. HARDWARE DE TELEFONÍA Y TECNOLOGÍAS DE VOIP

4.1. ANTECEDENTES

Desde el auge de la voz sobre IP, las diferentes empresas de comunicaciones se enfocaron en el nuevo modelo de negocio que se estaba implantando con la telefonía, las tecnologías de Voz sobre IP desarrolladas son diversas y las veremos brevemente a continuación de acuerdo a los requerimientos de la institución y su infraestructura.

Cada empresa que oferta los servicios de telefonía ha concebido dos modelos para su implementación:

- Las llamadas soluciones Hibridas que son las que comparten los recursos actuales en telefonía como: centrales que no están totalmente depreciadas o que su tecnología aún no está obsoleta, para esto utilizan dispositivos gateways que sirven para la integración del mundo análogo con el digital.
- Existe el otro concepto de telefonía IP, al cual se le denomina IP pura, este modelo no contempla integración alguna con PBX análogas y utiliza dispositivos 100% diseñados para IP (aún costosos en regiones como la nuestra). En un mundo IP puro las ventajas de una implementación fiable aumentan debido a que no se tiene que interactuar entre tecnologías.

Cada modelo debe estar acorde a las necesidades de los usuarios finales y de la infraestructura de cada empresa, sea pequeña, mediana o grande para que la implementación no tenga mayores contratiempos y sea una inversión pagada en poco tiempo, acceder a la telefonía IP compensa con creces el gasto de la inversión inicial, ya que toda inversión futura en las redes de voz encajará perfectamente en la estructura del estándar abierto IP.

4.2. CONCEPTOS GENERALES

4.2.1. TELEFONO IP

Un terminal IP es el principal dispositivo específicamente diseñado para su uso en redes de VoIP, estos dispositivos utilizan las diferentes tecnologías de voz sobre IP que permiten efectuar una comunicación a través de una red IP, ya sea mediante red de área local (LAN) o a través de Internet. El terminal IP convierte y comprime la señal de la voz en paquetes de datos que serán enviados a la red.

En el mercado hoy en día los distintos fabricantes de dispositivos IP están diseñando cada vez equipos más robustos y con infinidad de funcionalidades, existen de varias gamas de acuerdo a cada fabricante, más adelante veremos algunos de estos.

4.2.2. SOFTPHONES

Un softphone es un programa de software que provee la funcionalidad de un dispositivo telefónico, estos programas pueden ser ejecutados en cualquier equipo que tenga salida de audio, no tienen requerimientos grandes en hardware por lo que pueden funcionar en una PC con características estándar.

Existen gran cantidad de estos software, algunos propietarios y otros para su utilización libre como es el caso de Xlite⁸⁴, proveen las funcionalidades de un teléfono IP físico sin la necesidad de comprar uno, soportan gran cantidad de protocolos e integración con otras aplicaciones como Exchange, incluso disponen de soporte para transmisión de video y es una forma rápida y económica de probar e implementar una red de VOIP.

4.2.3. TARJETAS ANALOGAS

En telefonía análoga existen 2 tipos de puertos y dos tipos de señalización.

⁸⁴ Requerimientos, características y descargas de Xlite - http://www.counterpath.com/x-lite.html

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

4.2.3.1. FXO (Foreigh eXchange Office)

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

4.2.3.2. FXS (Foreigh eXchange Station)

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

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

4.2.4. TARJETAS E1's

Son tarjetas diseñadas para soportar la señalización ISDN PRI-BRI, vienen de uno, dos o 4 puertos para cada interfaz del E1/T1.

4.2.5. APPLIANCES

Término con el que se refiere a los servidores exclusivamente dedicados para proveer de un servicio (en este caso el de telefonía), los appliances pueden ser hardware armado de acuerdo a los requerimientos de la aplicación o la empresa o cajas listas para su instalación en el rack, varios fabricantes de telefonía han armado distintos tipos de appliances de acuerdo a las necesidades que se requiera.

4.3. TECNOLOGÍAS PROPIETARIAS DE VOIP

Los fabricantes en el mundo de las telecomunicaciones han desarrollado soluciones de acuerdo a su visión de empresa y le han puesto su nombre y estándares para su implementación, revisaremos brevemente dos soluciones propietarias ofertadas por CISCO y ALCATEL en base al requerimiento e infraestructura de la institución para su paso hacia IP.

4.3.1. SOLUCIÓN DE TELEFONÍA IP DE CISCO

CISCO propone un escenario IP puro en base a su producto CUCM⁸⁵ versión 7.1, el cual es el componente principal en el procesamiento de llamadas de las soluciones de comunicaciones unificadas de Cisco, es basado en software el cual necesita de una plataforma para ser instalada y configurada, la solución de Cisco ofrece.

- Ayuda a reducir los costes operativos con la optimización de los recursos.
- Facilita la creación de planes de marcado con los grupos locales de rutas y patrones de transformación.
- Apoya una mayor seguridad en el control de admisión de llamadas y la calidad del servicio
- Mejora en el soporte para troncales SIP con G.729 brindando reducción en el consumo de ancho de banda del códec.
- Redirección de llamadas a través de la plataforma Cisco Unified Mobility
- Soporte para los teléfonos de la nueva línea Cisco Unified 6900

-

⁸⁵ CUMM - Cisco Unified Comunications Manager por sus siglas en inglés.

4.3.1.1. Características de la solución Cisco Call manager⁸⁶

- Marcación abreviada
- Respuesta y la liberación respuesta
- Respuesta automática e intercomunicador
- Devolución de llamada
- Transferencia de llamada
- Desvío de llamada
- Desvío de llamadas: Todos (fuera de la red y en red), ocupado, sin respuesta, sin ancho de banda, y no registradas
- Parqueo de llamadas
- Conferencia
- Captura universal
- Notificación de captura, acústica y visual
- Estado de la llamada por línea (estado, duración y número)
- Llamada en espera y recuperación de llamada(con alerta sonora configurable)
- Identificador de llamada
- Monitoreo de llamadas
- Directorio de línea de teléfono: personal y corporativa
- Directorios de llamadas (perdidas, realizadas y recibidas)
- Timbre distintivo
- No molestar
- Soporte de extensión móvil
- Manos libres, parlante full-duplex
- Intercomunicador

⁸⁶ Características completas de la versión 7.1.

 $http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/vcallcon/ps556/data_sheet_c78-485333.pdf$

4.3.1.2. Hardware requerido

El hardware necesario para una propuesta de CISCO se detalla a continuación, es necesario de un appliance en donde correrá la versión de CUMC, un servidor CISCO 3825.

Servidores

Servidor	Características
CISCO 3825-	Capacidad 14 líneas de calle, 2 E1, 8 Faxes o teléfonos
SRST/K9	análogos, supervivencia para 175 usuarios

Cuadro 4.1. Servidor Cisco appliances para CUCM.

Gateways

Para las sucursales se propone de un appliance CISCO 2851.

Servidor	Características
CISCO 2851-	Capacidad 24 líneas de calle, 8 Faxes o teléfonos análogos,
SRST/K9	supervivencia para 100 usuarios

Cuadro 4.2. Appliance de Cisco tipo gateway

Teléfonos IP

Los teléfonos IP fueron divididos en tres gamas, mandos altos, mandos medios y usuarios generales, así como equipos para operadora y para conferencias. Los modelos son los siguientes.

Teléfonos IP					
Altos	Medios	Usuarios	Operadora	Conferencias	
Cisco CP-	Cisco CP-	Cisco CP-	Cisco CP-	Cisco CP-	
7961G	7940G	7911G	7961G	7937G	

Cuadro 4.3. Modelos de teléfonos IP soportados para Cisco.

4.3.1.3. Consideraciones adicionales

Para la implementación de mensajería Unificada para 300 usuarios se necesita el **CISCO Unity7-K9** y para el rediseño de la red de Switches administrables tipo POE⁸⁷, el modelo sugerido es el Catalyst WS-C2960-48PST-S.

Servicio	Equipo
Mensajería Unificada	CISCO UNITY7-K9
Switches	WS-C2960-48PST-S

Cuadro 4.4. Servicios adicionales de Cisco

 87 POE- Power on Ethernet, método para proveer de energía al equipo desde el switch

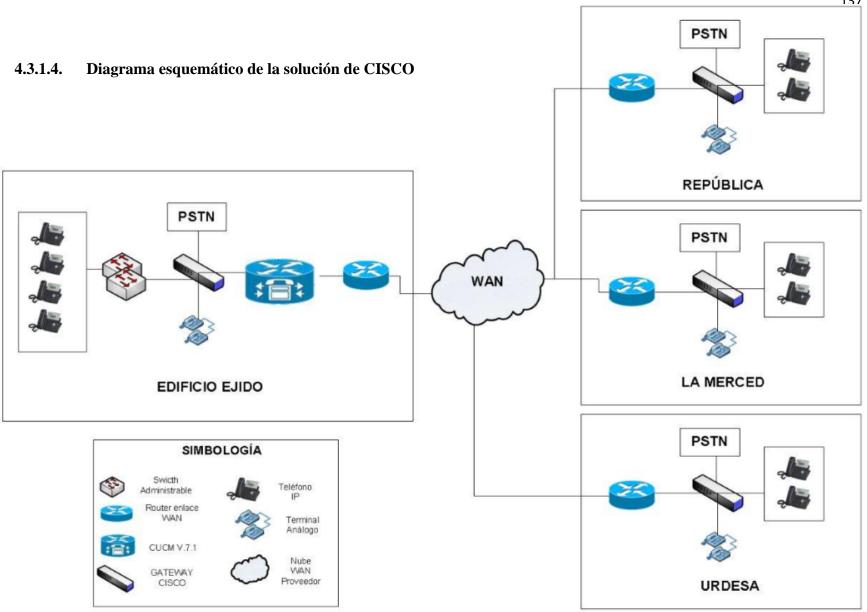


Figura 4.1. Diagrama esquemático de la solución de CISCO.

Fuente: el autor

4.3.1.5. Componentes de la solución propuesta por CISCO

Cantidad	Descripción
1	CUMC 7.1 versión
2	CISCO 3825-SRST/K9
2	CISCO 2851-SRST/K9
90	Cisco CP-7961G
40	Cisco CP-7940G
201	Cisco CP-7911G
4	Cisco CP-7961G
4	Cisco CP-7937G
300	CISCO UNITY7-K9 licences
7	WS-C2960-48PST-S

Cuadro 4.5. Componentes de la solución de CISCO.

CISCO provee una solución fiable, escalable y de alta disponibilidad pero se debe tomar en cuenta los costos que conllevan la adquisición de toda la gama de equipos necesarios y la reingeniería necesaria para hacerla⁸⁸, desde el punto de vista administrativo y de alta gerencia esta solución resuelta inviable por los altos costos que conlleva.

4.3.2. SOLUCIÓN ALCATEL – LUCENT

Las soluciones de Alcatel se basan en una infraestructura IP por capas, esta infraestructura contiene al servidor de comunicaciones inteligentes que lo llaman OmniPCX Enterprise, su arquitectura de capas se describe en la figura 4.3.

_

⁸⁸ Propuesta en detalle de la solución CISCO en el anexo 1

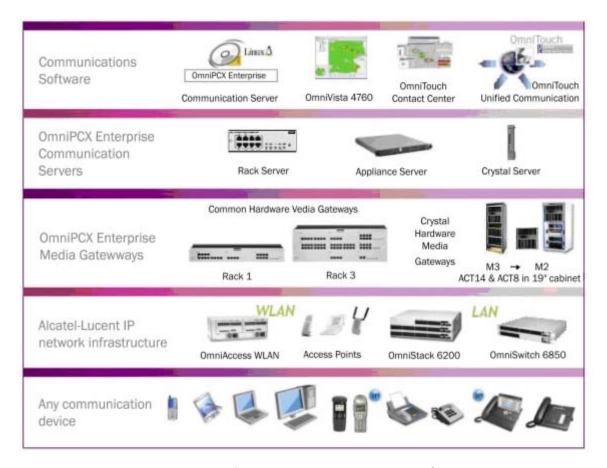


Figura 4.2. Plataforma de capas de la solución Alcatel
Fuente: http://www.southeasttelecom.mex.tl/176591_Alcatel-Lucent-OmniPCXEnterpris.html

Como se vió en el planteamiento del problema, la central telefónica actual del Edificio Ejido es obsoleta y requiere su renovación, ALCATEL propone para tal reemplazo un servidor de comunicaciones PBX IP/TDM ALCATEL LUCENT bajo la plataforma OmniPCX Enterprise versión R9.0, que soporta el hardware para 2 troncales digitales E1's y 12 troncales análogas

4.3.2.1. Características de la solución Alcatel

OmniPCX Enterprise⁸⁹, es un paquete de software de comunicaciones (independiente de la infraestructura), de alto rendimiento que incluye un conjunto de aplicaciones de comunicaciones basados en SO Linux, utilizadas bajo licencia para acceder a los servicios de telefonía.

El paquete de software se puede alojar en servidores indistintos de acuerdo a las necesidades de la institución, pueden ser servidores comunes para alto flujo de datos, servidores de rack, servidores tipo appliance IBM, etc.

A continuación, se describen las funcionalidades en servicios de telefonía que ofrece Alcatel bajo licencia⁹⁰.

4.3.2.1.1. Funciones de telefonía

- Acceso directo a servicios, mensajería vocal, llamada directamente
- Directorio individual
- Llamadas internas/externas
- Código personal
- Conferencia informal y moderada
- Entrega de mensajería vocal en el teléfono
- Timbre distinto según niveles jerárquicos
- Grupo de líneas agrupadas
- Recepción de llamada
- Intrusión
- Listado de re-llamadas múltiples
- Lista de llamadas no contestadas (internas/externas)

⁸⁹ Datasheet de la solución OmniPCX Enterprise - http://enterprise.alcatel-lucent.com/private/active_docs/OmniPCXEnterprise_Br_EN_4289653_Nov2008.pdf

⁹⁰ Tomado de la propuesta de solución de telefonía entregada a UNIBANCO

- Mensajes de texto, envío y recepción
- Espera
- Almacenamiento y rellamada
- No molestar
- Marcación abreviada/rápida
- Rellamada automática
- Almacenamiento de llamadas sin respuesta con fecha, hora y devolución de llamada

4.3.2.1.2. Servicios de trabajo en equipo

- Entrada, salida
- Cola de espera administrable
- Funciones ACD
- Espera exclusiva
- Espera común
- Grupo intercomunicador
- Grupo de líneas agrupadas
- Recepción de llamada en grupo
- Agentes con múltiples extensiones
- Supervisión de usuario

4.3.2.1.3. Equipos jefe/secretaría

- Acceso a los encabezados de los mensajes de voz del jefe desde el terminal de la secretaria
- Configuración flexible
- Escucha discreta del jefe en líneas filtradas
- Filtrado de llamadas externas/internas
- Línea privada
- Aviso de ausencia de la secretaria
- Mensajes de texto específico jefe/secretaría.

- Recordatorio de citas
- Desvío inmediato de la llamada
- Desvío a extensión o grupo de líneas
- Desvío si no contesta

4.3.2.2. Gateways de interconexión

Para la conectividad con las sucursales propone media gateways Alcatel Lucent X-IP, la red PSTN y todos los demás equipos se conectan directamente a los puertos digitales o analógicos del chasis del gateway, dispone de 8 puertos FXO para la entrada de troncales.

4.3.2.3. Teléfonos IP

Los teléfonos a utilizar son los siguientes:

Terminal ALCATEL-Lucent Ip Touch 4038 para los niveles altos y el terminal Ip touch 4018 para los usuarios en general, a continuación algunas referencias de estos equipos.

Alcatel ip phone 4038

- Gran pantalla con 4 niveles de gris ajustable
- Teclado alfabético, teclas de función intuitivas, iconos informativos
- Función de mano libres, altavoz y toma para cascos
- XML. Apertura de aplicaciones y 2 puertos Ethernet.

Alcatel ip phone 4018

- Pantalla con 1 línea de 2 caracteres
- Teclas de función programables
- Función de manos libres y altavoz
- 2 puertos Ethernet

4.3.2.4. Componentes de la solución ALCATEL

Cantidad	Descripción
	Alcatel OmniPCX Enterprise versión
1	R9.0
4	Alcatel IP-Lucent X-IP
2	CISCO 2851-SRST/K9
105	Alcatel Touch Ip 4018
45	Alcatel Touch Ip 4038
2	Alcatel Touch Ip 4038
152	Licencia Bussiness IP

Cuadro 4.4. Componentes de la solución de ALCATEL

La solución de Alcatel es cerrada y por cada servicio adicional de telefonía es necesario un licenciamiento adicional⁹¹, los appliances van de acuerdo al número de usuarios y la carga que recibirá el equipo con el flujo de llamadas.

Alcatel propone su solución de acuerdo a la figura 4.3.

-

 $^{^{\}rm 91}$ Propuesta en detalle de la solución ALCATEL en el anexo 2

4.3.2.5. Diagrama esquemático de la propuesta de ALCATEL

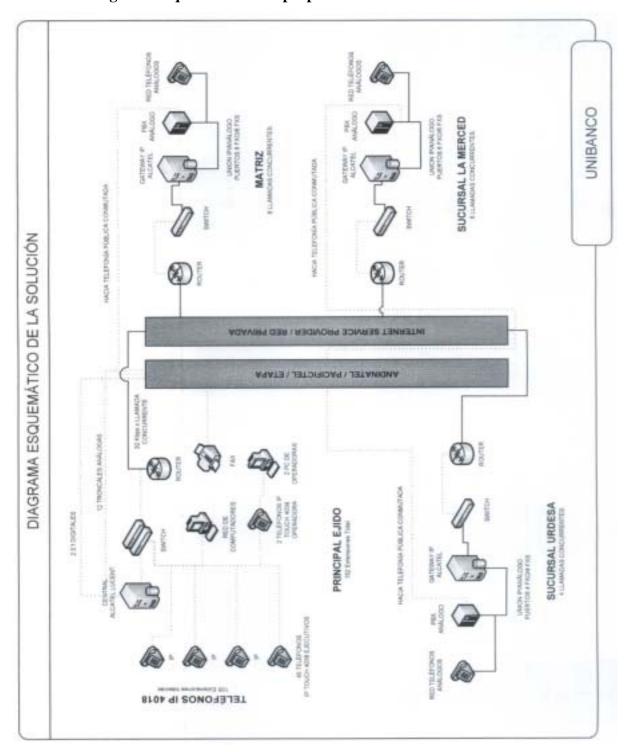


Figura 4.3. Diagrama Esquemático de la Solución ALCATEL-LUCENT.

Fuente: Propuesta entregada por la empresa TOTALTEK

4.4. TECNOLOGÍAS LIBRES DE CÓDIGO ABIERTO

La tecnología de código abierto más famosa y conocida es Asterisk, en base a ella se han creado un sinnúmero de software de telefonía debido a su potencial, estudiaremos a fondo las funciones de asterisk y el hardware referente a su administración e implementación debido a que es la solución que UNIBANCO adoptó para su paso a IP, el alcance del presente trabajo permitirá ver en pequeño una implementación de largo plazo que la institución tiene en proyecto.

4.4.1. ASTERISK

4.4.1.1. Antecedentes

Asterisk es un servidor IP-PBX basado en código abierto y distribuido bajo la licencia GPL, fue desarrollada por DIGIUM empresa encargada del desarrollo, distribución y mantenimiento del producto en estos momentos. Digium tiene su base de operaciones en Huntsville, Alabama, US y también se encarga de comercializar el hardware, licenciamiento y soporte de servicios a empresas.

Su creador inicial es Mark Spencer y nació de la necesidad de comunicación de su pequeña empresa de soporte en Linux, Spencer al necesitar una forma de comunicarse internamente entre sus empleados miró la necesidad de un PBX, pero por los altos costos que representaba las tradicionales PBX, desarrollo un sistema de comunicación vía el protocolo IP que mas luego se convertiría en lo que hoy conocemos como Asterisk.

4.4.1.2. Definición de Asterisk

Asterisk es un sistema de comunicaciones inteligentes en el que convergen aplicaciones de voz, datos y video, un sistema que realiza las funciones tradicionales de sistemas costosos PBX tradicionales y muchas más debido a que puede desarrollar nuevas funcionalidades con lenguaje estándar de programación y utilidades propias de asterisk.

Asterisk tiene el símbolo del asterisco (*) que su creador le nombró debido a que es una forma de demostrar que es capaz de hacerlo todo. Asterisk tiene más de 2 millones de servidores en producción alrededor del mundo y más de mil descargas

día a día⁹²

Asterisk está enfocado a usuarios domésticos, pequeñas y medianas empresas, VOIP Providers, y compañías telefónicas, es decir se adapta a las necesidades de

cualquiera.

Asterisk no puede ser catalogado solo como un PBX, va más allá de eso como se describe a continuación.

4.4.1.3. Asterisk, mucho más que un PBX

Asterisk, el programa

Primariamente es un sistema de telefonía de negocios, que escalo a las pequeñas y medianas empresas, corre en varias plataformas como Linux, Mac OS X, Solaris, etc., aunque su sistema nativo es cualquier distribución de LINUX.

Asterisk hoy en día, puede presentar una solución IP pura e hibridas y es un back-to back User agent, es decir trabaja en el modelo cliente-servidor.

Asterisk, como un Toolkit

Es utilizado por desarrolladores y consultores para atender requerimientos específicos de clientes, este modelo ayuda a crear e innovar soluciones de voz con otras aplicaciones.

-

⁹² Fuente: Digium – http://www.asterisk.org/downloads

Asterisk como producto

Asterisk provee soluciones de hosting para la telefonía y licenciamiento para soporte, también ha desarrollado productos con enfoque comercial como Switchvox que es un producto basado 100% en el core de Asterisk.

Asterisk como proyecto.

A través de la página web www.asterisk.org, el proyecto asterisk se consolida día a dia con alrededor de 15-20 desarrolladores lideres que son los que llevan adelante el proyecto y deciden que si las contribuciones por parte del resto de usuarios son aplicadas en las versiones estables, alrededor de 40-50 usuarios que regularmente contribuyen con el proyecto, cientos de contribuyentes ocasionales y miles de usuarios encargados del testing, y de generar código para nuevas funcionalidades, el proyecto asterisk funciona en el modo de la meritocracia, mientras los contribuyentes van ganando destrezas en sus contribuciones tienen un papel más activo en el proyecto hasta convertirse en líderes del mismo.

La comunidad es un pilar fundamental, se tiene gran cantidad de mailing lists, chat roooms, blogs especializados, etc. que ayudan al crecimiento del proyecto.

Hay que recalcar que Asterisk no es un producto de consumo, no es un producto listo para funcionar una vez se lo ha descargado.

4.4.2. ARQUITECTURA DE ASTERISK

La arquitectura de asterisk está basada en una PC-PBX definido por módulos de acuerdo a la figura 4.4.

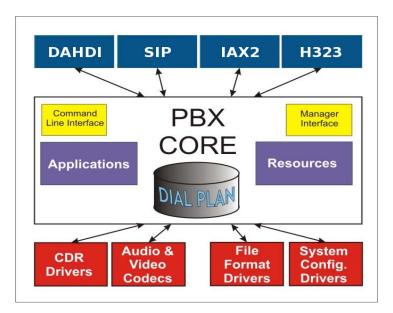


Figura 4.4. Arquitectura Asterisk - Fuente:

https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+Architecture%2C+The+Big+Picture

4.4.2.1. PBX Core

El corazón de cualquier sistema basado en Asterisk es el núcleo, el core PBX es el componente esencial que se encarga de enrutar y puentear las llamadas, pero también es el encargado de interpretar los archivos de configuración del sistema y la carga de los distintos módulos, todos los módulos de asterisk se conectan al core, estos módulos son típicamente archivos con una extensión de configuración .so y se los encuentra en el directorio donde Asterisk es instalado, cuando asterisk inicia, carga estos archivos y agrega la funcionalidad al sistema.

El core también contiene al *dialplan*, el cual brinda toda la lógica de Asterisk, es una lista de instrucciones que asterisk debe seguir para conocer el manejo de las llamadas tanto entrantes como salientes.

El core provee del timing de las aplicaciones y de todo el sistema Asterisk, así como también se encarga de convertir entre formatos, codecs y protocolos.

En asterisk existen los módulos, las aplicaciones y los recursos, todos tienen la extensión **.so** y son la analogía de las librerías **.dll** para un sistema Windows, los archivos de módulos y aplicaciones cargados de forma dinámica por el sistema, los recursos son cargados bajo demanda.

Ejemplos:

chan_sip.so : Módulo de configuración del canal SIP

app_voicemail.so : Módulo de la aplicación voicemail
 res musiconhold.so : Recurso para la música en espera

4.4.2.2. Módulos de Asterisk

Módulo Channel Drivers

El módulo de canales comunica a los dispositivos fuera de asterisk y traduce esa particular señalización o protocolo al core, por ejemplo el canal que maneja SIP se comunica con el dispositivo externo vía SIP y recibe la señal y la traduce a señalización SIP al core para su entendimiento.

Módulo de Aplicaciones

Las aplicaciones brindan funcionalidades de llamada al sistema, estas aplicaciones están escritas de forma secuencial en el dialplan, una aplicación es capaz de contestar una llamada, tocar un sonido, colgar la llamada, etc.

Módulo de Funciones

Las funciones son utilizadas para recuperar o configurar ciertos parámetros de una llamada, es decir, por ejemplo definir un timeout para la misma.

Módulo de Recursos

Provee de recursos al sistema que pueden ser llamados en cualquier momento en una llamada, un ejemplo de esto es la música en espera, mientras se realiza la llamada se invoca a este recurso y este llama un sonido mientras se mantiene en espera.

Módulo de CODEC's

Se encarga del transcoding⁹³ entre codecs, los codecs son algoritmos matemáticos de compresión y descompresión que asterisk los utiliza para enviar y recibir la *media* (audio y video) disminuyendo el consumo de ancho de banda.

Módulos de formatos de archivo

Este módulo es utilizado para la lectura/escritura de los formatos de archivo, se lo relaciona como un códec pero se lo utiliza para la grabación y reproducción.

Módulo de CDR Call Detail Record

El módulo de CDR es utilizado para almacenar un registro detallado de llamadas en una variedad de formatos, puede ser formato CVS o en bases de datos relacionales como PostSQL, generalmente el detalle de llamada contiene un registro por llamada y nos da detalles como quien origino la llamada, quien contesto, el tiempo de la misma, etc.

El CLI (Command line interface)

El CLI es la interfaz bajo línea de comandos en asterisk, permite a los administradores verificar el status del sistema, cargar/reiniciar, actualizar, invocar los comandos de ayuda, de aplicaciones, etc.

4.4.3. DIRECTORIOS DE ASTERISK

Los directorios utilizados, donde se encuentran los archivos más comunes en asterisk son:

⁹³ Convertir de un códec (audio o video) a otro y viceversa

- Directorio de archivos de configuración de asterisk
 - o /etc/asterisk
- Directorio de módulos para las aplicaciones, códec, formatos y canales
 - o /usr/lib/asterisk/modules
- Directorio donde se guardan los sonidos y grabaciones
 - /var/lib/asterisk/sounds
- Directorio que contiene la música en espera⁹⁴.
 - /var/lib/asterisk/moh
- Directorio de base de datos de asterisk
 - /var/lib/asterisk/
- Directorio donde se puede revisar información de las llamadas, como los voicemails o los saludos del usuario.
 - /var/spool/asterisk
- Directorio de los logs que asterisk genera
 - /var/log//asterisk

4.4.4. ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN

Los archivos con los cuales asterisk interactúa más comúnmente son 5, tienen la extensión .conf y generalement se ubican en la raíz /etc/asterisk/, son archivos de texto standard que pueden ser editados con cualquier editor de texto como vi, nano, etc.

Asterisk.conf

Es el archivo de configuración maestra de asterisk, aquí se le indica a asterisk donde buscar o crear otros archivos de configuración y estructuras.

⁹⁴ Asterisk utiliza la música en espera bajo licencia de la corporación Freeplay Music para su utilización en conjunción con asterisk únicamente.

Sip.conf

Archivo de configuración de los canales sip, las opciones generales para sip se establece en la sección [general], en este archivo se definen las configuraciones para los dispositivos que se conectan vía SIP y adicional también los VOIP providers que manejan SIP.

lax.conf

Archivo de configuración de similares características al sip.conf pero para los canales y dispositivos que soporten el protocolo IAX2.

Chan_dahdi.conf

En este archivo se almacena la configuración de asterisk para todo el hardware de tarjetería análogas o digitales, configura los parámetros para las conexiones trunking de salida, así como los dispositivos análogos conectados, se puede establecer grupos de canales en el caso de E1's, parámetros de CallerID, llamadas de conferencia, transferencia de llamadas, etc., aquí se define la señalización con la que trabajará el canal análogo que puede ser LoopStart (LS), groundStart (GS) o KewlStart (KS).

Extensions.conf

El archivo extensions.conf es el corazón del dialplan de asterisk, en este se define todas las sentencias y órdenes para el manejo de llamadas salientes y entrantes, así como las funciones, contextos, aplicaciones, etc., todo el dialplan de asterisk es construido en este archivo.

4.4.5. VERSIONES DE ASTERISK

Existen dos denominaciones a las versiones de asterisk.

4.4.5.1. Release branch

Son las versiones liberadas para su utilización en producción, son versiones probadas que no adicionan nuevas funcionalidades

4.4.5.2. Trunk

Las versiones trunk son versiones en desarrollo del día a día, en dichas versiones se estudian todas las posibilidades de nuevas funciones para al estar listas convertirse en versiones release branch y liberarlas para su utilización y puesta en producción.

4.4.6. COMPONENTES DE ASTERISK

Los componentes esenciales para el funcionamiento de un sistema asterisk son los siguientes:

4.4.6.1. Libpri

Es un conjunto de librerías para el manejo de canales digitales ISDN PRI tanto para E1 como T1.

4.4.6.2. **DAHDI**

Es el núcleo (kernel) para proveer los drivers necesarios para interconectar tarjetería análoga y/o digital

4.4.6.3. Asterisk

El código fuente del programa asterisk y opcionalmente los add ons⁹⁵

Adicionalmente de estos componentes se necesitan

- Compilador GCC, para las compilaciones de los paquetes
- Open SSL y sus respectivas librerías
- ncurses and ncurses-devel necesarios para el CLI
- Zlib, que es una librería de compresión

⁹⁵ AddOns, aplicaciones que tienen connotaciones de licenciamiento o están en periodo de pruebas.

Newt and nwet-devel, librerías para las utilidades de DAHDI

Y componente opcionales como

- Curl, para permitir a asterisk interactuar con sitios web
- Sendmail o PostFix, para el envío del voicemail vía email al buzón de correo.

4.4.6.4. Orden de instalación

Para el correcto funcionamiento de asterisk es necesario seguir ciertos pasos en secuencia con el fin de luego no tener inconvenientes por una mala instalación de los componentes, el orden en que se debe instalar el sistema son:

- Compilar los paquetes en el siguiente orden
 - Libpri
 - o Dahdi
 - Asterisk
- La complilación debe seguir los siguientes pasos
 - o Extraer el código fuente
 - Correr el script de configuración
 - Correr el script del menuselect (esto permitirá escoger que módulos compilar y que opciones configurar)
 - o Compilar el código
 - Instalar el programa
 - o Instalar archivos de ejemplo o scripts de inicio si fuera necesario.

Al cumplir estos pasos se asegura el funcionamiento del sistema con los módulos correctamente instalados.

4.4.6.5. Inicialización de Asterisk

#asterisk -rvvvdddd

La sentencia indicada arriba conecta a asterisk en una nueva instancia del CLI

(opción -r), con un nivel de verbosidad⁹⁶ de 3 (opción -v) y el nivel de depuración en

grado 4 (opción –d).

4.4.7. EL DIALPLAN DE ASTERISK

El dialplan es el corazón de asterisk, consiste en una serie de instrucciones

organizadas dentro de varias secciones que provee toda la lógica al sistema,

muestra la forma de interacción del mismo con los usuarios y la declaración de sus

sentencias indican que hacer cuando alguien realiza o recibe una llamada.

El dialplan está dividido por 4 conceptos principales:

4.4.7.1. Contextos

Es la unidad básica organizacional dentro del dialplan; con los cuales se mantiene

las diferentes secciones en que se quiera dividir la lógica del mismo para así

mantenerlos independientes uno del otro y que sea manejable y escalable.

Son utilizados para cumplir límites de seguridad entre las diversas partes del dialplan

y de este modo proporcionar diferentes clases de servicio a los usuarios.

Su sintaxis es la siguiente: [usuarios]

Los contextos se pueden vincular con otros contextos utilizando la sentencia include,

estos vínculos permiten construir complejos dialplans.

4.4.7.2. **Extensiones**

La definición de extensiones en asterisk no es la que se suele pensar cuando se

habla de una una extensión telefónica de sistemas tradicionales; al contrario en

asterisk se entiende a una extensión como un set de acciones en secuencia y se

puede crear una o más dentro de cada contexto.

⁹⁶ El grado de verbosidad es que tantos mensajes de notificaciones se observarán en la consola.

Su sintaxis es la siguiente:

exten => número,prioridad,aplicación([parámetro[,parámetro2...]])

4.4.7.3. Prioridades

Las extensiones pueden ser construidas por muchas prioridades, en cada sentencia que declara una extensión se identifica un número de prioridad, el cual debe iniciar siempre con el número 1 y las siguientes serán ejecutadas de forma secuencial.

Si asterisk no encuentra un número de prioridad siguiente con secuencia al anterior, el sistema termina la llamada⁹⁷. También se puede definir la prioridad n (next), esto para evitar seguir una secuencia numérica en las mismas.

Ej.

exten => 1000,1,Hacer algo

exten => 6123,n,siguiente orden

A las aplicaciones se tratará con mayor detalle enfocando su sintaxis y que es lo que representan en el dialplan.

4.4.7.4. Aplicaciones de Asterisk

Cada prioridad en el dialplan invoca una aplicación, las aplicaciones realizan el trabajo en una llamada como las siguientes.

- Contestar una llamada
- Esperar un tono
- Reproducir un audio
- Enviar al usuario que llama a una cola, etc.

⁹⁷ Autofallthrought, función de asterisk para no tener una llamada en un bucle infinito y colgarla

157

La mayoría de aplicaciones toman uno o más argumentos los cuales

generalmente deben estar separados por comas.

Su sintaxis es: exten => 6123,1,aplicación(uno,dos,tres)

La aplicación Answer()

Esta aplicación responde una llamada que está sonando y toma un retardo en ms

como primer parámetro.

Adicionar un pequeño retardo es muy útil para asegurar que el equipo remoto tenga

el suficiente tiempo para procesar el audio antes de iniciar la conversación, en caso

contrario no se escuchará todo el mensaje desde su inicio.

La aplicación playback()

Esta aplicación carga un archivo de sonido desde disco y lo reproduce al usuario

ignorando cualquier DMTF que se pueda ingresar, el primer parámetro es el nombre

del archivo de sonido a reproducir (sin necesidad de la extensión del mismo)

Su sintaxis es: exten => 1000,1,Playback(sonido-prueba)

La aplicación Hangup ()

Esta aplicación como su nombre lo indica, cuelga la llamada actual. En versiones

anteriores a la 1.6. de asterisk no existía la función de auto-fallthrough lo que

provocaba bucles infinitos y también que la llamada se quede sin desconectarse por

largos periodos, ahora esta función viene por defecto para evitar justamente aquello.

Ejemplo de una llamada común

exten => 2000, 1, Answer()

exten => 2000, n, Playback(esto-es-una-prueba)

exten => 2000, n, Hangup()

La aplicación Background ()

Esta aplicación es similar a playback, con la diferencia que acepta entradas de tonos DMTF, los tonos ingresados detienen la reproducción del archivo de sonido y asterisk envía la llamada a la extensión que responda a un match en el contexto.

Ej. exten => 2000,1,Background(menu)

Timeouts

Dentro de la aplicación background existen 2 tipos de timeouts.

- Response timeout: es el tiempo máximo despues que la aplicación background finalizó la reproduccción del sonido, sin recibir respuesta y es medido en segundos.
- Digit timeout: es el máximo tiempo entre digitos marcados, de igual forma se lo mide en segundos.
- Absolute timeout: es el tiempo máximo de la llamada en segundos.

La aplicación WaitExtend()

Brinda al usuario un intervalo de tiempo adicional, este tiempo es definido en segundos.

Ej. exten => 2000,n, WaitExten(10)

Aplicación Goto()

Aplicación utilizada para ir de una aplicación a otra en el dialplan, incluso brinda la opción de repetirlo múltiples veces, la aplicación recibe uno, dos o tres parámetros de acuerdo a la situación.

- Un número de prioridad (dentro de la misma extensión)
- Una extensión y una prioridad (dentro del mismo contexto)
- Un contexto, extensión y una prioridad (en cualquier lugar del dialplan)

Εj.

```
[ejemplo-goto]
exten => 2000, 1, Playback(sonido-prueba)
exten => 2000, 2, Goto(1)
exten => 2001, 1, Playback(sonido-prueba)
exten => 2001, 2, Goto(1000,1)
exten => 2002, 1, Playback(sonido-prueba)
exten => 2002, 2, Goto(ejemplo-goto,1001,1)
```

La Aplicación Dial()

La aplicación dial es la más importante del dialplan, permite a un usuario final (teléfono) llamar a otro, es el encargado del enrutamiento de las llamadas y la posibilidad de interconectar dos canales juntos. Los parámetros que recibe son 2.

Dispositivos

 Los end points o dispositivos son especificados de acuerdo al canal que están utilizando (SIP,IAX, DAHDI, etc.)

Timeout

Define el tiempo máximo de timbrado desde el inicio de la petición de la llamada hasta abandonarla y seguir con la siguiente sentencia del dialplan.

```
Ej.: exten => 2000.n,Dial(SIP/telefono1, 30)
```

Es posible llamar a *n* usuarios con la siguiente sentencia y utilizando el signo de "&". exten => 2000,n,Dial(SIP/telefono1&SIP/telefono2)

La Aplicación voicemail()

Los buzones de correo son definidos en el archivo de configuración voicemail.conf. Ej.

[voicemails] ; contexto
Mailbox => password, nombre, email, localizador, opciones

Existen 2 tipos de aplicaciones que pueden ser llamadas para buzón de correo.

VoiceMail()

Le permite al usuario que llama dejar un mensaje en un buzón de correo específico; recibe 2 argumentos, el número del buzón de voz, el contexto en el cual fue definido y las opciones del mensaje: u=reproduce mensaje de no disponible, b=reproduce un mensaje de ocupado.

Ej. exten => 8888, n, VoiceMail(2000@voicemails,b)

VoiceMailMain()

El cual permite el acceso y la manipulación del buzón de correo, grabar, revisar, borrar los mensajes, etc. La siguiente sentencia de ejemplo ingresará al sistema, pedirá el número del buzón de voz y la opción s es para omitir la opción de solicitar password.

Ej. exten => 8800, n, VoiceMailMain(@voicemails,s)

La aplicación Directory()

Una vez se han definido los nombres en el buzón de correo, la aplicación directorio puede buscar los nombres de acuerdo a ciertos parámetros que recibe, esta función es muy útil cuando el usuario desconoce del número de extensión, pero sabe el nombre o el apellido de quien está llamando.

exten => 8000,1,Directory(nombre_contexto_voicemail,nombre_contexto_delusuario,opción)

Las opciones más usuales son 3, *f* para que busque por el nombre, *l* para buscar por apellido y *e* para que además de listar el nombre (f) indique el número de extensión.

La aplicación Record()

Esta aplicación permite grabar mensajes propios para armar los IVR's⁹⁸ o anuncios, al invocar esta función, inicia con un beep para indicar el inicio de la grabación y esta finalizará una vez se ingrese la tecla #.

El siguiente ejemplo muestra las sentencias para grabar un menú básico y escucharlo, los parámetros importantes son el nombre del archivo y el formato del mismo (wav, gsm, etc).

```
exten => 8080,1,Answer(500)

exten => n,Record(en/menú-prueba.gsm)

exten => n,Wait(1)

exten => n,Playback(menú-prueba)

exten => n,Hangup()
```

La aplicación MeetMe()

Aplicación que permite crear conferencias en el sistema Asterisk, se la configura en el archivo meetme.conf y su sintaxis más común es la siguiente.

 Creación de la conferencia "Reuniones" de forma dinámica exten => 8090, 1, MeetMe(Reuniones,d);

⁹⁸ IVR, Interactive Voice Response

 Creación de la conferencia "Reuniones" de forma dinámica y con pin de acceso.

```
exten => 8090, 1, MeetMe(Reuniones,dP,2580);
```

La aplicación Authenticate()

Permite autenticar al usuario, se inicia con la solicitud al usuario de su clave, si esta es correcta se ejecutará la siguiente sentencia definida en el dialplan, el usuario tiene 3 intentos antes de que la llamada sea terminada.

Ej. exten => 2000,n,Authenticate(1234)

4.4.7.5. Tipos de extensiones

Asterisk dispone de un set de extensiones para cada tipo de situaciones que se puedan presentar y se las define como extensiones especiales, como son:

Extensión tipo "i"

Extensión inválida, si el usuario ingresa una respuesta inválida en las aplicaciones background() o WaitExten(), asterisk envía esa petición a una extensión de tipo i.

```
Ej. exten => i,1, Playbakc(opción-invalida)
exten => i,n, hangup()
```

• Extensión tipo "t" (Response timeout)

Si el usuario espera por mucho tiempo antes de ingresar una respuesta a una aplicación es enviada a una extensión de tipo t.

```
Ej. exten => t, 1, playback(limite-de-tiempo-permitido)
    exten => t, n, Hangup()
```

• Extensión tipo "T" (Absolute timeout)

Cuando la llamada iniciada ha excedido su valor de tiempo definido es reenviada a una extensión de tipo T.

• Extensión de tipo "h"

Esta extensión está embebida al finalizar una llamada, muy útil en opciones cuando se graban las llamadas, una extensión de tipo h es una llamada a la aplicación hangup().

Extensión de tipo "s" (start extensión)

Cuando una llamada ingresa a un contexto del dialplan sin especificar una extensión para ser enrutada, la petición es enviada a una extensión de tipo s. Usualmente es utilizada para las llamadas de tipo análogo recibidas.

Extensión de tipo "o"

Mientras se reproduce el mensaje de correo de voz, el usuario puede ingresar la tecla 0 y ser redirigido a una extensión de tipo *o* (operador).

Extensión tipo "a"

Si el usuario ingresa la tecla * se redirige a una extensión de tipo a (asistencia, también se puede definir al operador)

4.4.7.6. Variables

Las variables en asterisk son utilizadas para ayudar a reducir la escritura de código, dar claridad y lógica avanzada al dialplan, al mismo tiempo que lo hace más fácil de mantener. Existen dos tipos de variables, cada una con su nombre y un valor respectivamente.

164

Variables de canal (cannel variables)

Son variables temporales que mantiene su valor siempre y cuando el canal este en

uso, una vez se libera también la variable es liberada.

Sintaxis: **\${nombre_variable}**

Variables Globales

Son variables definidas de forma global y su valor no se mantiene en un canal

específico, sino que están disponibles para cualquier contexto y en cualquier llamada

en el sistema. Son muy utilizadas cuando se maneja valores estáticos, por ejemplo

las constantes, se las declara en la sección [globals] del archivo extensions.conf.

La aplicación Dial() configura una variable llamada \${DIALSTATUS}, después de

intentar realizar una llamada esta variable devuelve uno de los siguientes valores que

son utilizados para definir en el dialplan que funciones cumplir cuando se den estos

argumentos.

CHANUNAVAIL, canal no disponible

CONGESTION, congestión del sistema

NOANSWER, nadie responde

ANSWER, llamada respondida

BUSY, señal de ocupado

CANCEL, cancelar la llamada

La variable **\${EXTEN}** guarda el valor del número que fue marcado, es muy útil para

los patrones de llamada cuando se los define.

4.4.7.7. Patrón de llamadas (Pattern Matching)

El patter matching permite crear patrones de extensiones en el dialplan que coincida con una o varias opciones de números para el marcado, la sintaxis de estos patrones siempre empieza con el signo de raya baja (underscore), ya que de esta forma es la única en que asterisk puede reconocer que esta extensión es un patrón de marcado.

El patrón de marcado utiliza varias letras para representar un set de rango de números.

- _X ; representa un dígito desde el 0 al 9
- _Z; representa un digito desde el 1 al 9
- _N; representa un digito desde el 2 al 9

Un rango de números también se puede definir mediante corchetes separados por el signo de raya media. [0-5] (rango del 0 al 5)

También se tiene la opción de utilizar el wildcard o comodín mediante el símbolo del punto (.), esto para representar uno o más caracteres.

Ej. _N[2-5]XX.

En el ejemplo anterior se define un número de cualquier longitud en el rango del 2 al 9, el siguiente digito solo podrá ser del 2 al 5 y los siguientes cualquier número del 0 al 9.

4.4.7.8. Parqueo de llamadas (Parking Calls)

La extensión de parqueo de llamadas viene definida por defecto en el archivo de configuración features.conf, se la define como extensión No. 700 y es posible hacer un vínculo mediante la sentencia *include* en el dialplan, no es necesario definirla, solamente hacerle el llamado.

El parqueo de llamadas es para colocar una llamada actual en una extensión virtual de parqueo y tomarla desde otra ubicación sin perderla o colgarla, si la llamada que se parqueó no es contestada en 45 segundos (tiempo asignado por defecto), emitirá un timbrado a la extensión que parqueó la misma.

4.4.8. SOLUCIÓN IP-PBX ASTERISK

De acuerdo a la solución Asterisk se necesitan de los siguientes requerimientos en hardware.

4.4.8.1. Hardware para Asterisk

Asterisk al ser un sistema basado en software no requiere de hardware tan robusto, a no ser que se interactúe con el mundo analógico, con otras centrales o en caso de necesitar salida a través de la red PSTN para las llamadas. De acuerdo al levantamiento de información de la institución y al dimensionamiento de lo requerido, el hardware necesario para cargar el sistema Asterisk y sus especificaciones son:

Servidor

Item	Detalle					
Servidor	HP ProLiant ML330 G6 Server					
Procesador	Quad-Core Intel® Xeon® Processor E5606 (2.13GHz, 4M L3 Cache, 80 Watts)					
Memoria	HP 4GB PC3-10600R 1x4GB 2Rank Memory					
Array	HP Smart Array P410 / RAID 0/1/10					
Disco Duro	2 HP 300GB 6G Hot Plug 3.5 SAS 15,000rpm Dual Port Hard Drive					
Red	Embedded NC326i Dual Port Network Adapter					
DVD	HP Half-Height SATA DVD-RW Optical Drive					
Alimentación	HP 460W Redundancy power supply					

Cuadro 4.6. Requerimientos de servidor para cargar Asterisk.

Tarjetería

Tarjeta Digium 1TE220BF para soporte de 2 span E1's.

Tarjeta	Cara	cterís	sticas						
1TE220BF	Two	(2)	span	digital	T1/E1/J1/PRI	PCI-Express	x1	card	and
hardware echo cancellation									

Cuadro 4.7. Especificaciones tarjeta E1



Figura 4.5. Tarjeta 1TE220BF para 2E1's.

Fuente: http://www.digium.com/en/products/digital/te220.php#overview

Se mantendrá ciertas extensiones análogas por temas de soporte y también un número limitado de troncales como bases celulares, para lo cual se necesita la siguiente tarjeta.

Tarjeta	Caracteristicas
1AEX2400ELF	24 port modular analog PCI-Express x1 card, no interfaces and
TALX2400LLI	HW Echo Cancellation
1S400MF	Quad Channel Station (FXS) Module
1X400MF	Quad Channel Trunk (FXO) Module

Cuadro 4.8. Especificaciones tarjeta puertos FXO-FXS.

Para la integración con las PBX análogas se maneja tarjetería FXO.

Tarjeta	Caracteristicas
1AEX808EF	8 port modular analog PCI-Express x1 card with 8 Trunk
Card	interfaces and HW Echo Can

Cuadro 4.9. Especificaciones tarjeta puertos FXO-FXS.



Figura 4.6. Tarjeta FXO para interconectar PBX análogas. Fuente:http://store.digium.com/images/product_images/aex808e.png

Teléfonos IP

Después de comparar entre varios teléfonos IP de diferentes fabricantes se optó por dos modelos en marca YEALINK, debido a su compatibilidad y razonable costo. Este fabricante es de origen chino y oferta sus productos en la gama triple A, esto quiere decir que son productos garantizados y de alta fiabilidad.

Se han dividido en gama ejecutiva y gama de usuarios

Teléfonos IP					
Modelo	Modelo	Operadora			
Ejecutivos	Usuarios	Operadora			
SIP-T28	SIP-T20	SIP-T28			





Figura 4.7. Teléfonos Yealink T28 y T20
Fuente: http://www.yealink.com/Uploads/product/thumb_4d09e022981de.jpg

- Características principales⁹⁹
 - o Pantalla gráfica LCD 320x160 con 4 niveles de escala
 - Garantía en sistemas Broadsoft /Avaya/Asterisk
 - Voz , códec, manos libres y speaker en Alta Definición HD
 - 48 Teclas e incluye 16 teclas programables
 - BLF/BLA, SMS, Voicemail, Intercomunicador
 - Soporte para varios lenguajes
 - Libreta de direcciones por archivo XML
 - Conexiones FTP/TFTP/HTTP
 - Soporte para SRTP/HTTPS/TLS, VLAN, QoS y PoE
 - Headset,
 - 2 puertos Ethernet (2xRJ45)
 - Módulos de expansión

 $^{99}\ Datasheet\ de\ equipo\ en\ el\ anexo\ 3\ -\ http://www.yealink.com/Uploads/download/4d11518cd877a.pdf$

4.4.8.2. Componentes de la solución Asterisk

Cantidad	Desc	cripción		
4	HP	ProLiant	ML330	G6
	Serv	er		
1	1AE	X2400ELF	Card	
1	1S40	00MF		
2	1X40	00MF		
3	1AE	X808EF Ca	ırd	
40	SIP-	T28		
110	SIP-	T20		
1	Train	ning		

Cuadro 4.10. Componentes de la solución Asterisk.

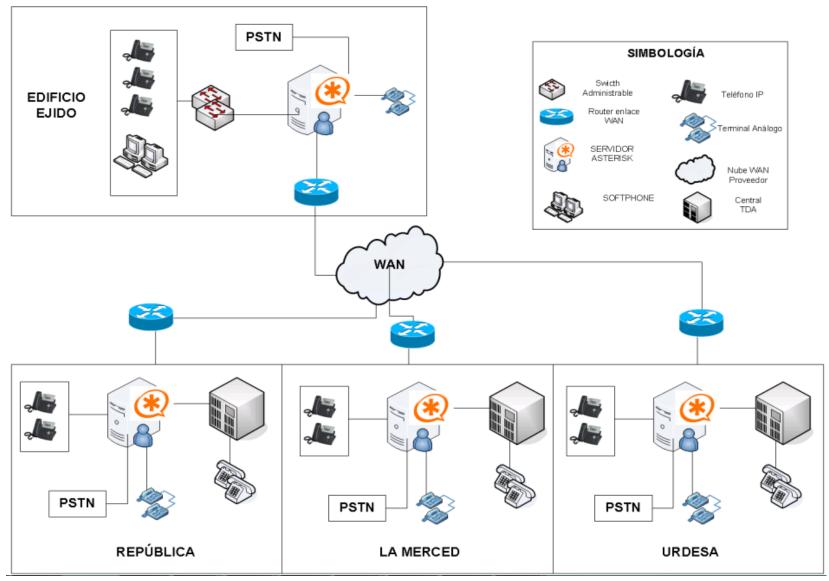


Figura 4.8. Diagrama esquemático de la solución IP-PBX Asterisk.

Fuente: el autor

4.5. RETORNO DE INVERSIÓN

Más allá de un estudio de retorno de inversión y en base al costo-beneficio que una implementación nueva brinda, es importante el cambio de mentalidad a nivel ejecutivo/gerencial de lo que implica la telefonía IP, entender que no es un gasto más en hardaware; sino una inversión a corto plazo, no solo por la reducción de costos que conlleva sino por el hecho de dar un paso adelante hacia la convergencia de redes de nueva generación que es hacia donde la tecnología apunta.

Para algunas empresas; generalmente de toda Latinoamérica, la telefonía IP aún genera dudas y malestar basados a que no es conocida con amplitud y a malas experiencias con la misma, por ello la importancia de los administradores de tecnología en las empresas en presentar propuestas sustentables más allá del costo que este conlleve.

Para que esta implementación tenga el sustento de retorno de inversión -primer factor a tomar en cuenta por la parte administrativa-, se ha elaborado un cuadro resumido de los gastos en telefonía que se realizan desde el Edificio Ejido con las sucursales principales y viceversa, utilizando la red PSTN; sin duda en base a los estudios realizados y el costo que implica la implementación, a la larga la solución se irá pagando y amortizando como cualquier producto nuevo que se adquiere; con la ventaja del gran beneficio económico por reducción de gastos.

4.5.1. CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS SOLUCIONES

El siguiente cuadro presenta los costos de tomar una solución u otra, esto en base a los requerimientos de la institución y las propuestas revisadas de cada proveedor.

SOLUCION	SOLUCION	SOLUCION
CISCO	ALCATEL	ASTERISK
\$ 287.910,82	\$ 105.592,41	\$ 71.299,20

El siguiente resumen muestra el costo de llamadas realizadas solamente entre agencias y que son las que se eliminarían con la implementación de una solución de VOIP.

4.5.2. RESUMEN COSTO-BENEFICIO

		CONSUMO	TOTAL CONSUMO
UBICACIÓN	CONSUMO LOCAL	NACIONAL	US\$
EJIDO ->	\$ 618,52	\$ 1.112,96	\$ 1.731,48
REPUBLICA ->	\$ 582,48	\$ 864,08	\$ 1.446,56
LA MERCED ->	\$ 395,04	\$ 1.496,96	\$ 1.892,00
URDESA ->	\$ 461,84	\$ 481,60	\$ 943,44
TOTAL CONSUMO SIN			
IMPUESTOS	\$ 2.057,88	\$ 3.955,60	\$ 6.013,48

Los valores¹⁰⁰ están basados en los costos por minuto local y regional consumido en promedio de acuerdo a la ubicación, revisando las planillas y detalle de llamadas emitidas por los proveedores del servicio de tres meses anteriores y obteniendo el promedio general, los valores reflejados nos indican que el costo de la inversión estaría aproximadamente pagada o recuperada en alrededor de 12 meses.

¹⁰⁰ Fuente a fecha 16 de Enero de 2011, Patricio Londoño, oficial de Pagaduría y Tesorería de UNIBANCO.

CAPITULO 5. IMPLEMENTACIÓN Y GESTION DE LA RED DE VOIP

De acuerdo a las soluciones y propuestas revisadas, se implementará un escenario telefonía IP utilizando Asterisk, distribuyendo extensiones en Ejido y en la oficina la Merced en Guayaquil.

5.1. ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN

El escenario propuesto corresponde a lo siguiente

- Servidor ASTERISK central en el edificio el Ejido
- Un E1 telefónico para las llamadas a través de la PSTN.
- 20 extensiones en Quito independiente del hardware (equipo físico o softphone).
- 5 extensiones en Guayaquil independientemente del hardware (equipo físico o softphone).
- Servidor de correo postfix bajo Linux OS Centos.

5.1.1. LISTADO DE SERVICIOS

A continuación, se enlista todos los servicios que deberán ser configurados, levantados y probados en el sistema Asterisk.

- · Creación y configuración de cuentas SIP
- Registro de los clientes SIP
- Creación de Menú interactivo
- Creación de patrón de llamadas por usuarios
- Permisos de salida
- Enrutamiento de llamadas entrantes y por horarios
- Acceso a Voicemail
- Acceso a Conferencias
- Acceso a Parqueo de llamadas
- Gestión de colas de usuario

- Creación de DID's
- Adición de música en espera
- Función de navegación por directorio

•

5.1.2. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE IMPLEMENTACIÓN RED VOIP

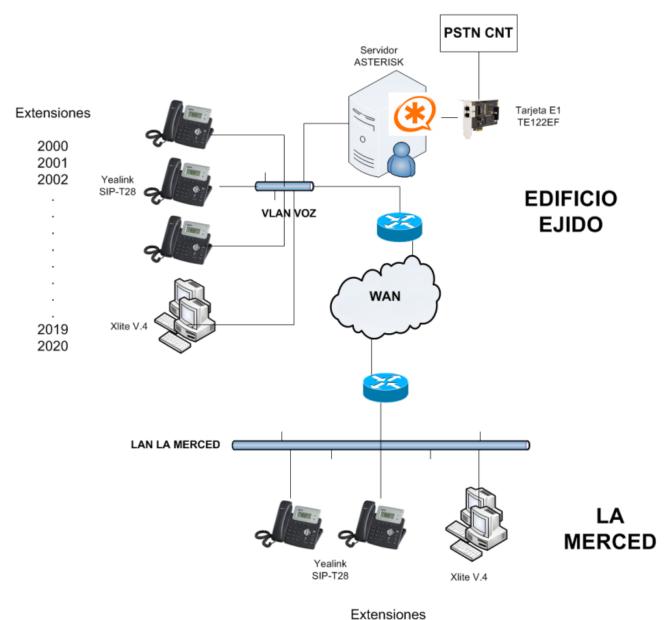


Figura 5.1. Topología solución piloto telefonía IP.

2020......2025

Fuente: el autor

5.2. EQUIPAMIENTO

5.2.1. HARDWARE

- HP Proliant M115 G5
- Quad Core AMD Opteron 1354 2.2Ghz
- Memoria RAM 4GB
- Disco Duro, 250 GB Raid 1
- Tarjeta Digium 1TE122BF digital E1/T1
- Teléfono SIP-T28

5.2.2. SOFTWARE

- Sistema Operativo Linux CentOs versión 5.6.
- Asterisk Version 1.6.2.18
- Libpri versión 1.4.11.5
- Dahdi versión 2.4.1.
- Softphone Xlite Versión 4.0
- Wireshark 1.6.0
- STG 1.4.0
- Prtg Versión 6

5.2.2.1. Obtención del software para Asterisk

El software Asterisk, y las dependencias para que asterisk funcione en sus distintas versiones se puede obtener del siguiente repositorio en la web.

http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/

Una vez descargados los archivos a ser instalados, se los ubica en alguna carpeta del sistema, se utilizará la /etc/usr/src/

[root@org ~]# cd /usr/src/ [root@org src]# ls -I total 51928

```
-rwxr-xr-x 1 root root 23764595 jun 14 12:40 asterisk-1.6.2.18.tar.gz
-rwxr-xr-x 1 root root 27012984 jun 14 11:09 asterisk-1.8.4.2.tar.gz
```

TWA AL A FRONT DOC 270 1200 F July FF FF 1100 doctorion from Ending

-rwxr-xr-x 1 root root 2054222 jun 14 11:03 dahdi-linux-complete-2.4.1.2+2.4.1.tar.gz

drwxr-xr-x 2 root root 4096 may 11 06:58 debug

drwxr-xr-x 2 root root 4096 may 11 06:58 kernels

-rwxr-xr-x 1 root root 235367 jun 14 11:02 libpri-1.4.11.5.tar.gz

[root@org src]#

5.3. INSTALACIÓN

Para levantar los servicios de telefonía en un servidor Asterisk, previamente se ha instalado en el hardware especificado anteriormente, el sistema Operativo Centos versión 5.6 basado en la plataforma Linux en, se dispone de una conexión a internet sin restricción para las actualizaciones y paquetes adicionales necesarios en la instalación del resto de aplicaciones y sus dependencias.

De acuerdo a lo revisado en el capítulo 4, se seguirá paso a paso la instalación de cada software para levantar el sistema Asterisk.

5.3.1. DEPENDENCIAS

Para revisar las actualizaciones necesarias del Sistema Operativo, se abre una ventana del terminal en Linux, se teclea el siguiente comando.

[root@org/]# yum check-update

Lo concerniente a componentes y dependencias adicionales de software, se teclea lo siguiente.

installed

[root@org /]# yum -C list ncurses-devel openssl zlib zlib-devel curl

Loaded plugins: fastestmirror

Installed Packages

zlib.i386

 curl.i386
 7.15.5-9.el5_6.2
 installed

 curl.x86_64
 7.15.5-9.el5_6.2
 installed

 openssl.i686
 0.9.8e-12.el5_5.7
 installed

 openssl.x86_64
 0.9.8e-12.el5_5.7
 installed

1.2.3-3

zlib.x86_64	1.2.3-3	installed
Available Packages		
ncurses-devel.i386	5.5-24.200607	1base
ncurses-devel.x86_64	5.5-24.20060715	base
zlib-devel.i386	1.2.3-3	base
zlib-devel.x86_64	1.2.3-3	base
[root@org/]#		

Los paquetes que se detallan como base, deben ser actualizados con la versión actual.

[root@org /]# yum install ncurses-devel zlib-devel

Una vez finalizado, se ejecuta nuevamente el comando para revisar las dependencias y muestra algo similar a lo siguiente:

[root@org ~]# yum -C list ncurses-devel openssl zlib zlib-devel curl

Loaded plugins: fastestmirror

Installed Packages

curl.i386	7.15.5-9.el5_6.2	installed
curl.x86_64	7.15.5-9.el5_6.2	installed
ncurses-devel.i386	5.5-24.20060715	installed
ncurses-devel.x86_64	5.5-24.20060715	installed
openssl.i686	0.9.8e-12.el5_5.7	installed
openssl.x86_64	0.9.8e-12.el5_5.7	installed
zlib.i386	1.2.3-3	installed
zlib.x86_64	1.2.3-3	installed
zlib-devel.i386	1.2.3-3	installed
zlib-devel.x86_64	1.2.3-3	installed

5.3.2. INSTALACIÓN DE LIBPRI VERSIÓN 1.4.11.5

• Extracción del código

[root@org src]# tar -zxvf libpri-1.4.11.5.tar.gz

• Compilación del código e instalación de Libpri

cd libpri-1.4.11.5 # make clean # make install # cd ..

Un punto importante de recordar es que para compilar los archivos, se necesita de un compilador, se utilizará el **gcc gcc-c++.**

5.3.3. INSTALACIÓN DE DAHDI VERSION 2.4.1

• Extracción del código

[root@org src]# tar -zxvf dahdi-linux-complete-2.4.1.2+2.4.1.tar.gz

Compilación de DAHDI

cd dahdi-linux-complete-2.4.1.2+2.4.1 #make all

La llamada del comando -make all- hace un check de todo el sistema para verificar como está configurado y asegurarse que puede encontrar todas las librerías necesarias para compilar DAHDI, una vez se compile todos los drives y utilidades de DAHDI, se procede a instalar.

Instalación de DAHDI

make install

Es una buena práctica el invocar el comando -make config-, este permite que se instale como un servicio del sistema en el SO Linux y los archivos de ejemplo.

cd ..

make config

5.3.4. INSTALACIÓN DE ASTERISK VERSIÓN 1.6.2.18

Extracción del código

[root@org src]# tar -zxvf asterisk-1.6.2.18.tar.gz

Compilación de Asterisk

cd asterisk-1.6.2.18

./configure

Se debe tener instalada la librería libxml2 y si esta se encuentra ya instalada, se procede con la librería libxml2-devel con el siguiente comando.

[root@org ~]# yum install libxml2

[root@org ~]# yum install libxml2-devel

make menuselect

El -make menuselect- permite acceder a un menú en donde se selecciona que módulos compilar y las opciones a configurar¹⁰¹, como por ejemplo lo sonidos del sistema en formato GSM, en español, inglés, etc.

> Asterisk Module and Build Option Selection ****************

> > Press 'h' for help.

Applications Bridging Modules Call Detail Recording Channel Drivers Codec Translators Format Interpreters Dialplan Functions PBX Modules Resource Modules Test Modules Compiler Flags Voicemail Build Options Module Embedding ---> Core Sound Packages Music On Hold File Packages Extras Sound Packages

Figura 5.2. -Menú selec-t en la instalación de Asterisk

 $^{^{101}}$ Recordar realizar este procedimiento en el modo gráfico directamente en el equipo y no vía conexión SSH o telnet.

Se navega en el módulo de *Core Sounds Packages* y se selecciona los sonidos que se vayan a utilizar (Español/GSM, inglés/GSM, etc).

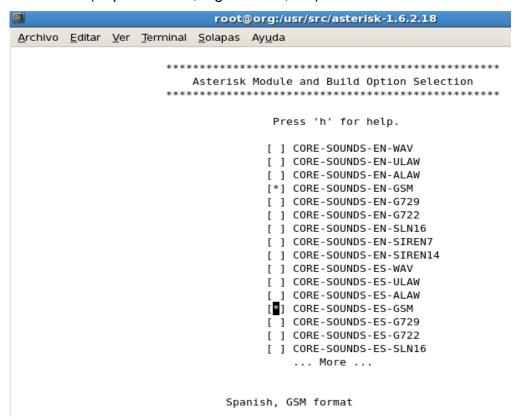


Figura 5.3. Opciones de archivos de sonido en la instalación de Asterisk

Para guardar y salir se teclea la letra "X" o tecla "F12"

Comandos de Instalación de Asterisk

make

make install

make samples ;instala un serie de archivos de ejemplos

make config ;configura a asterisk como un servicio o proceso del sistema

cd ..

Una vez se ha instalado Asterisk se recomienda el reinicio del sistema operativo #reboot

Verificación

Verificación de los módulos de DAHDI. # Ismod | grep dahdi

Ismod enlista los módulos que tengan el texto dahdi a través del comando *grep*, debe mostrar algo similar a lo siguiente.

5.3.4.1. Inicio de Asterisk

Asterisk inicia por default en un nivel de verbosidad de 3, el siguiente comando inicia el sistema en una nueva instancia del CLI y verbodiad de nivel 4: [root@org /]# asterisk -rvvvv

Asterisk 1.6.2.18, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others.

Created by Mark Spencer <markster@digium.com>

Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.

This is free software, with components licensed under the GNU General Public

License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under

certain conditions. Type 'core show license' for details.

```
=
= Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
= Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.6.2.18 currently running on org (pid = 3112)
Verbosity was 3 and is now 4
org*CLI>
```

5.3.4.2. Comandos de Asterisk desde el CLI

- Apaga Asterisk inmediatamente
 - CLI> core stop when convenient
- Apaga Asterisk una vez todas las llamadas estén cerradas, si alguien trata de realizar llamadas no lo permite.
 - CLI> core stop gracefully
- Apaga Asterisk una vez que no detecta ninguna llamada en curso.
 - CLI> core stop when convenient
- Muestra la Ayuda de todos los comandos desde el CLI CLI> help
- Muestra la ayuda de un comando u orden especifica
 - CLI> help core –comando-
- Indica las aplicaciones de Asterisk
 - CLI> core show applications
- Muestra una aplicación en especifico (Ej. Aplicación Answer())
 - CLI> core show application answer
- Muestra las funciones
 - CLI> core show functions
- Muestra una función específica (Ej. Función Longitud)
 - CLI> core show function LEN

5.4. CONSTRUCCIÓN DEL DIALPLAN

El dialplan de ASTERISK se construirá de acuerdo a lo indicado en la sección 5.1.1, se manipulará los archivos de configuración y se realizará las pruebas pertinentes para cada configuración.

5.4.1. CONFIGURACIÓN DE DAHDI

Para establecer el canal de comunicaciones E1 a través de DAHDI se edita el archivo system.conf ubicado en /etc/dahdi/system.conf¹⁰², los parámetros de DAHDI son configurados en el archivo en mención.

DAHDI es actualmente un set de drivers que son cargados desde el kernel de Linux para un sin número de proyectos en tarjetas de telefonía, tampoco es exclusivo para uso de Asterisk y puede ser utilizado por otros proyectos, el core de los parámetros de DAHDI se lo configura en el archivo indicado.

5.4.1.1. Verificación de DAHDI

El comando siguiente carga los drivers y las configuraciones de DAHDI, se lo invoca siempre que se ha realizado algún cambio en el archivo de configuración.

dahdi_cfg -vvv

Muestra la configuración de los canales y los parámetros definidos # dahdi_scan

Indica los canales del E1 y su señalización # service dahdi status

El comando dahdi_genconf configura el archivo de dahdi de forma automática, es útil cuando no ha sido posible identificar algún problema con los canales, cuando se tiene problemas con la configuración de dahdi se recomienda rehacer toda la configuración.

dahdi genconf

¹⁰² Recordar que DADHI es un proyecto separado de Asterisk por ello es almacenado en otro path.

· Regla general.

Como regla general y para evitar problemas con la estabilidad del sistema, si el canal dahdi es configurado y necesita ser reiniciado, primero se debe detener a Asterisk y posteriormente Dahdi, y al iniciar de igual forma; primero cargar Dahdi y luego Asterisk.

5.4.1.2. Configuración del E1

span=1,0,0,ccs,hdb3,crc4

#Definición del primer E1, el timing, la señalizacion (ccs), el line coding (hdb3), y control de errores

bchan=1-15,17-31

#Definición de los canales que serán de voz (portadores)

dchan=16

#Se define el canal de señalización

echocanceller=mg2,1-15,17-31

#Se utiliza cancelación de eco a través del algoritmo propio de asterisk mg2 en todos los puertos

5.4.1.3. Configuración de los canales DADHI en Asterisk

Una vez definido el hardware a través de DAHDI, se debe configurar los canales para su utilización con Asterisk, para ello se edita el archivo chan_dahdi.conf en la raíz /etc/asterisk/, bajo en contexto [channels] con los siguientes parámetros.

[channels]

; Default language

language=es

context=entrantes

group=1

echocancel=yes

echocancelwhenbridged=no

```
echotraining=yes
switchtype=euroisdn
signalling=pri_cpe
channel => 1-15,17-31<sup>103</sup>
```

5.4.2. CONFIGURACIÓN DE CUENTAS SIP

Para configurar las cuentas sip, se edita el archivo sip.conf, es recomendable simplificar el archivo para evitar confusión en la edición del mismo; a continuación, se muestra un archivo simplificado para mejor edición y entendimiento.

5.4.2.1. Archivo recomendado para edición del sip.conf

;** CONFIGURACIÓN GLOBAL PARA ASTERISK VERSION 1.6 CANALES SIP

[general]

context=default ;context por defecto para llamadas

bindport=5060 ;puerto SIP por defecto bindaddr=0.0.0.0 ;redes permitidas srvlookup=yes ;Habilitar DNS SRV lookup

disallow=all ;Deshabilitar todos los códecs

allow=gsm ;Habilitar codec GSM allow=alaw ;Habilitar codec alaw allow=ulaw ;Habilitar codec ulaw language=es ;Lenguaje definido

.*******************

;** SENTENCIAS de registro

Si se utilizará algún registro a un VOIP provider de tipo SIP

.**********************

; ** CONFIGURACIÓN DE CUENTAS SIP (FRIENDS, USERS Y PEERS)

¹⁰³ En la definición de los canales no se debe incluir el canal de señalización (No. 16).

A continuación del archivo se puede configurar las cuentas SIP, las hay de tres tipos.

Tipo Users

Cuenta que tiene la opción de realizar llamadas a través del servidor Asterisk

Tipo Peer

Cuenta que recibe las llamadas desde un servidor Asterisk, Ej. Un voip provider, un gateway.

Tipo Friend

Cuenta que permite realizar y recibir llamadas mediante un servidor Asterisk

Se indicará solamente algunas cuentas SIP para la descripción del ejemplo de cómo deben ser declaradas ¹⁰⁴.

5.4.2.2. Creación de cuentas SIP

[2001]

type = friend ;tipo de canal SIP

host = dynamic ;registro de forma dinámica

secret = unibanco ;pwd de registro

context = international ;contexto que permite saber que puede hacer este usuario.

[2002]

type = friend

host = dynamic

secret = unibanco

context = local

Para revisar si los canales SIP están correctamente creados se puede utilizar los siguientes comandos.

¹⁰⁴ Para revisar todo el archivo sip.conf favor remitirse al anexo 4.

CLI> sip show users

Username Secret Accountcode Def.Context ACL NAT

sduenas unibanco local No RFC3581

fcastillo unibanco international No RFC3581

5.4.3. CONFIGURACIÓN DE DIALPLAN¹⁰⁵

Una vez creados los clientes SIP, se construirá el dialplan con el que se trabajará. Como se ha descrito, el corazón de todo sistema asterisk se encuentra en el dialplan que se lo edita mediante el archivo extensions.conf, de igual forma que con el sip.conf, el archivo será renombrado y solamente con los parámetros necesarios para empezar a construirlo, esto con la finalidad de evitar confusiones y mucho código innecesario que no se pueda entender, el archivo quedará como se muestra a continuación.

5.4.3.1. Archivo recomendado para edición del extensions.conf .******************* :** CONFIGURACIONES GENERALES PARA LAS EXTENSIONES [general] static=yes writeprotect=no autofallthrouhg=yes clearglobalvars=no priorityjumping=no .********************* :** GLOBAL VARIABLES ** AQUI SE DEFINE LAS VARIABLES GLOBALES QUE VAYAMOS A NECESITAR [globals] .******************** ;** CONTEXTOS DE EXTENSIONES

 105 Revisión del DIALPLAN completo en el anexo $5\,$

A partir de esta línea, se inicia con la definición de los contextos para la construcción del dialplan y los diferentes servicios y características que tendrán cada usuario.

Se utiliza macros y las variables MACRO_EXTEN¹⁰⁶ y DIALSTATUS para crear un patrón general que servirá en la definición de todas las extensiones, la creación del dialplan en esta forma permite ser entendible, escalable y sobre todo manejable para futuros requerimientos que se necesiten. Se tratará de ser lo más compacto con el manejo de código, con los servicios y permisos que tendrá cada usuario y de esta forma construir un adecuado dialplan para lo requerido.

5.4.3.2. Declaración de las extensiones y parámetros generales

```
;** CONTEXTOS DE EXTENSIONES
[internal]
exten => 2001,1,Macro(usuariosst,SIP/2001)
exten => 2002,1,Macro(usuariosst,SIP/2002)
exten => 2003,1,Macro(usuariosst,SIP/2003)
[macro-usuariosst]
exten => s,1,NoOp(Este es el número ingresado -->${MACRO_EXTEN} en el
argumento1 ${ARG1})
exten \Rightarrow s,n,Dial(\{ARG1\},20\}
exten => s,n,NoOp(${DIALSTATUS})
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="NOANSWER"]?nodisponible)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="CHANUNAVAIL"]?nodisponible)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="CONGESTION"]?nodisponible)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="CANCEL"]?colgar)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="BUSY"]?ocupado)
exten => s,n,Goto(congestion)
exten => s,n(nodisponible),Answer()
```

 $^{\rm 106}$ Variable similar a EXTEN pero de utilización en contextos definidos en macros.

```
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Voicemail(${MACRO_EXTEN}@buzoncorreo,u)
exten => s,n,Hangup()

exten => s,n(ocupado),Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Voicemail(${MACRO_EXTEN}@buzoncorreo,b)
exten => s,n,Hangup()

exten => s,n(congestion),Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Congestion()
exten => s,n(colgar),Hangup()
```

Se maneja la Macro llamada *usuariosst* (usuarios estándar) para definir a usuarios con características generales necesarias para iniciar una comunicación, con el uso de la variable DIALSTATUS se conoce el status de una llamada y de acuerdo a ello con la sentencia GOTOIF ir a diversas opciones, tales como indicar si el usuario está ocupado, no disponible, si existe congestión, etc. También se ha definido utilizar un buzón de voz para cada cuenta SIP que más adelante se verá su configuración.

5.4.3.3. Configuración del Voicemail

La aplicación voicemail configura las llamadas para ser enrutadas a un buzón de correo ya definido, esta aplicación se invoca si las llamadas no son contestadas o el usuario se encuentra ocupado. El voicemail es una funcionalidad cada vez más requerida y utilizada en los sistemas telefónicos.

A continuación, se indica las sentencias para la creación del buzón de voz y la invocación de la aplicación en el DIALPLAN.

Definición de los buzones de correos

Se debe editar el archivo voicemail.conf de la raíz /etc/asterisk/voicemail.conf.

Bajo el contexto [general] se configura los buzones necesarios atados a cada cuenta sip, es recomendable crear el mismo número de buzón atado a la misma extensión, pero no es una regla general.

[buzoncorreo] ;nombre del contexto a llamar en la aplicación ; Cuentas de mailbox 2001 => 2001,Felipe Castillo,fcastillo@unibanco.fin.ec 2002 => 2002,Christian Diaz,cdiaz@unibanco.fin.ec 2003 => 2003,Santiago Duenas, sduenas@unibanco.fin.ec

Llamada de la aplicación Voicemail en el dialplan

La llamada de la aplicación Voicemail tiene dos casos, cuando el usuario no está disponible o cuando el usuario se encuentra ocupado al teléfono, la sentencia es la siguiente.

```
exten => s,n,Voicemail(${MACRO_EXTEN}@buzoncorreo,u)
exten => s,n,Hangup()
```

La variable MACROEXTEN se utiliza para coincidir el número de extensión marcado con el número de voicemail definido en el contexto del archivo voicemail.conf.

Acceso a los buzones de correo

Para el acceso y revisión de los correos que se encuentran almacenados en el servidor Asterisk se utiliza la aplicación VoiceMailMain(), mediante esta aplicación se define un número de extensión de acceso, en este caso se define la número 800.

 Definición de la extensión de acceso a voicemail exten => 800,1,Answer()
 exten => 800,n,VoiceMailMain(@buzoncorreo) Existe el acceso a la revisión de los buzones de correo de forma remota¹⁰⁷, antecediendo el número del buzón y la clave definida en el mismo.

5.4.3.4. Configuración de la opción CERO (0)

Mediante edición de código se construyó la opción de digitar el dígito Cero y permitir ingresar otro número de extensión si al primer intento el usuario no responde y asi sucesivamente, a continuación las sentencias que lo permiten.

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

exten => s,n,Wait(0.5)

exten => s,n,Background(transfer)

exten => s,n,set(ext=(${EXTEN}))

exten => s,n,WaitExten(5)

exten => s,n,Dial(SIP/ext,20)

exten => s,n,Hangup()
```

5.4.3.5. Definición de extensiones especiales y temporización

Como se revisó en la literatura, existen ciertos tipos de extensiones que se les conoce como especiales, estas sirven para definir tiempos en los usuarios y también en la espera de tonos DMTF's, en el ringing o simplemente en el tiempo límite para que una aplicación responda.

• Temporización de la llamada de inicio a fin 108

Las siguientes sentencias se cumplirán una vez la llamada inicie y hayan pasado 360 segundos.

¹⁰⁷ Previa definición de la extensión tipo "a" que interrumpe la reproducción del sonido y conecta al buzón

¹⁰⁸ Desde el momento en que el tono de llamada es recibido hasta que se cuelga el auricular.

Temporización por espera de una respuesta

Para esta temporización se utiliza la extensión tipo "t", es decir si el usuario demora mucho tiempo en ingresar una opción o extensión, la instrucción en el dialplan es ir a la extensión tipo t, aquí se define una variable *intentos* con valor cero, si esta variable llega a 3 la llamada se cuelga.

```
exten => t,1,Playback(vm-sorry)
exten => t,n,Set(intentos=$[${intentos} + 1])
exten => t,n,Gotoif($[${intentos} > 2]?t,disconnect)
exten => t,n,Goto(s,playback)
exten => t,n(disconect),Playback(goodbye)
exten => t,n,Hangup()
```

Extensión de Ingreso erróneo

Si el usuario ha ingresado una extensión u opción inválida, la instrucción del dialplan es ir a una extensión del tipo "i", de igual forma si los intentos superan a 3, la llamada se colgará.

```
exten => i,1,Playback(im-sorry)
exten => i,n,Set(intentos=$[${intentos} + 1])
exten => i,n,Gotoif($[${intentos} > 2]?t,disconnect)
exten => i,n,Goto(s,playback)
```

5.4.3.6. Construcción del menú interactivo

Una vez definidos los parámetros generales del comportamiento de las extensiones, se construye un menú interactivo con varias opciones para nuestro caso.

Existen dos métodos para hacerlo:

- Definiendo un número de extensión el cual permite grabar los menús, textos, saludos, etc., directamente desde el teléfono, este método tiene la limitante de la calidad en las grabaciones debido al ruido ambiental o a una mala calidad del teléfono. Con esta opción se graba el saludo mediante el llamado a la aplicación Record(), es posible escucharlo, volver a grabarlo y cuando este correcto guardarlo con un nombre que definamos en el directorio de los sonidos de Asterisk¹⁰⁹. Una vez el prompt listo, se lo invoca en cualquier contexto del dialplan.
- La segunda opción es más profesional, se puede cargar un archivo de sonido previamente creado por un programa de edición de audio con el texto necesario, una vez guardado en el directorio de sonidos se procedea llamarlo mediante la aplicación Background() o Playback().

5.4.3.7. Creación de menús por horarios

Se define la extensión 850 para realizar la grabación de un menú interactivo dentro del horario de trabajo (menú-día).

```
exten => 850,1,Answer()
exten => 850,n,Wait(0.5)
exten => 850,n,Record(menu-dia.gsm)
exten \Rightarrow 850,n,Wait(1)
exten => 850,n,Playback(menu-dia)
exten => 850,n,Hangup()
```

Creación de la extensión 851 para la grabación del menú-noche

^{109 /}var/lib/asterisk/sounds/es/

```
exten => 851,n,Record(menu-noche.gsm)
exten => 851,n,Wait(1)
exten => 851,n,Playback(menu-noche)
exten => 851,n,Hangup()
```

Recordar incluir el contexto definido para las grabaciones en el contexto donde las extensiones están definidas, ya que si no lo incluimos no se podrán utilizar desde una extensión cualquiera.

include => grabaciones

5.4.3.8. Árbol de Menús interactivos

Contexto menú-dia

```
[menu-dia]
```

```
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(menu-dia)
exten => s,n,WaitExten(3)
exten => 1,1,Queue(sdu)
exten => 2,1,Queue(sistemas)
exten => 0,1,Dial(local,2001,1)
exten => 9,1,Directory(buzoncorreo,local,e)
exten => *,1,Goto(s,1)

exten => t,1,Playback(good-bye)
exten => t,n,Hangup()
```

El contexto menu-dia define la forma en que el menú interactuara con el usuario y ejecutará las órdenes en el DIALPLAN.

El menú día nos presenta las siguientes opciones según lo escrito en código.

- o Grabación de Bienvenida
- Opción 1 para comunicarse con personal de soporte
- Opción 2 para comunicarse con personal de sistemas
- Opción 0 para enrutar la llamada a la operadora
- Opción 9 para navegar por el directorio telefónico
- Opción * para repetir nuevamente el menú
- Contexto menú-noche

[menu-noche]

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

exten => s,n,Wait(1)

exten => s,n,Background(menu-noche)

exten => s,n,WaitExten(3)

exten => 9,1,Directory(buzoncorreo,local,e)

exten => *,1,Goto(s,1)

exten => s,n,Hangup()

exten => t,1,Playback(good-bye)

exten => t,n,Hangup()
```

De igual forma el contexto menú-noche se habilitará en horas y días fuera de horario de trabajo.

Tiene solamente 3 opciones:

- Grabación de bienvenida
- Si se ingresa el número de extensión, será enrutado a esa extensión
- Opción 9 para navegar por el directorio
- Opción * para repetir el menú

5.4.3.9. Definición de pattern matching

El Pattern matching es el encargado del enrutamiento de las llamadas entrantes y salientes y se lo asocia con los permisos de salida que se les da a los usuarios, es decir un patrón solamente para llamadas internas, llamadas locales, regionales, nacionales e incluso internacionales si el proveedor de la PSTN permite, se define los siguientes niveles de permisos.

Patrón internal

Acceso solamente a llamadas internas entre las extensiones definidas en el DIALPLAN

Patrón local

Permiso de llamadas solamente locales, es decir dentro de la provincia de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas.

Patrón National

Permitirá a los usuarios llamadas nacionales

Patrón Celular

Llamadas permitidas a números celulares

Patrón International

Se definirá este patrón para hacer llamadas internacionales de prueba

Cabe mencionar que cada patrón tiene un nivel de servicio, los usuarios locales tienen de por sí el permiso para realizar llamadas internas, los usuarios con el patrón national ya incluyen al patrón local, etc.

5.4.3.10. Creación del Patter Matching

Patrón de llamadas salientes

Para todos los permisos de salida de llamada se configura con la tecla 9, en el patrón de llamadas se debe retirar este digito y enviar solamente el número para la llamada a la PSTN, esto se consigue con el método de extracción de sub-strings, a continuación un ejemplo:

S{EXTEN:2:3}

 Si el número ingresado es 93228289, la sentencia indica recorrer dos dígitos de izquierda a derecha y tomar a partir de allí los 3 dígitos siguientes, también se puede utilizar el signo menos para tomar substrings de derecha a izquierda.

\${EXTEN:1}

 La sentencia indica recorrer un dígito de izquierda a derecha y tomar el resto del número para enrutar la llamada.

El Patrón de llamadas se crea a partir de las siguientes sentencias.

Llamadas a números 1700-1800

```
exten \Rightarrow _91[7-8]00NXXXXX,1,Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
```

Llamadas locales

```
exten => _9NXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
```

Llamadas a números especiales

```
exten => _911,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN})
exten => _101,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN})
```

Llamadas nacionales

```
exten \Rightarrow _90[2-7]NXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
```

Llamadas a celulares

```
exten => _90[8-9]NXXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
```

Llamadas internacionales

```
exten => _900XXXXXXXX.,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
```

Patrón de llamadas entrantes

Para llamadas entrantes se utiliza la opción universal o wildcard¹¹⁰.

```
exten => _X.,1,NoOp(Este es el DID de la persona que llama -> : ${EXTEN} ********)
exten => _X.,n,Dial(local,SIP/2001,1)
```

Las sentencias arriba expuestas muestran el número del llamante y a continuación enruta toda llamada que no hace coincide con ningún patrón hacia la extensión 2001.

5.4.3.11. Enrutamiento de llamadas por horarios

El enrutamiento de llamadas por horarios es posible mediante la llamada al comando Gotolftime que recibe los parámetros.

GotolfTime(horas, dias de la semana, dias de lmes, meses?contexto, extensión, prioridad:contexto, extensión, prioridad)

Horas

Es el intervalo de tiempo en formato de 24 horas, se define horas y minutos Ej. 9:00-18:00

Dias de la semana

Los días de la semana, se toma solo las 3 primeras letras de cada día o se puede definir un rango

Ej. mon, tue, wed, thu, fri, sat, sun

Ej.mon-fri

Dias del mes

Define los días del mes a tomar en cuenta

Ej. 1-15

-

¹¹⁰ Wildcard = signo de punto (.) que asterisk define como lo siguiente: a partir del wildcard cualquier entrada es aceptada.

Meses

Que meses del año deberá aplicarse ese horario

Ej. jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec

Ej. apr-oct

La siguiente sentencia enruta todas las llamadas de cualquier número y según el día y la hora al menú interactivo respectivo creado anteriormente. Dependiendo del horario de jornada laboral se puede definir el rango de horas, días, y meses.

exten => _X.,n,Gotoiftime(9:30-18:00,mon-fri,*,*,?menu-dia,s,1:menu-noche,s,1)

5.4.3.12. Configuración de la opción Navegación por directorio

Asterisk ofrece la funcionalidad de ubicar una extensión mediante la navegación por el directorio, esto es posible invocando la aplicación Directory(), dicha aplicación busca los nombres y apellidos declarados en el *voicemail.conf* y los enlista¹¹¹ de acuerdo a las opciones que se defina en la aplicación.

En el dialplan se ha creado la extensión 810 para el acceso al directorio, la letra e enlista los nombres y apellidos de acuerdo a los tres primeros dígitos ingresados y adicionalmente indica el número de extensión de esa persona.

exten => 810,1,Directory(buzoncorreo,local,e)

5.4.3.13. Configuración del Parqueo de llamadas

Para adicionar la funcionalidad de parqueo de llamadas no se debe editar ningún archivo de configuración o código, está función está ya incluida y es parte de los recursos que se cargan automáticamente al levantar Asterisk, para su utilización solamente se incluye el contexto a través de un include.

include => parkedcalls

-

¹¹¹ Las opciones son por nombre o apellido o cualquier palabra definida en el voicemail.conf

201

Por defecto la extensión de parqueo de llamadas es la 700, si se requiere cambiarla se modifica el archivo /etc/asterisk/features.conf, el tiempo que una llamada dura en modo parking por defecto es de 45 segundos, se cambia con la opción siguiente.

parkingtime => 45

5.4.3.14. Música en espera (MusicOnHold)

La música es espera se configura mediante una extensión (cualquier número) e invocando a la aplicación MusicOnHold(), se pueden tener varios tipos de música que soporte Asterisk, se define un orden o puede ser randómico, se puede incluso reproducir streams de la propia red.

Se utiliza la música en espera por default y para hacer un test se crea la extensión 860.

exten => 860,1,Answer()
exten => 860,n,Musiconhold()

Para cambiar los parámetros por defecto de la música en espera se edita el archivo /etc/asterisk/musiconhold.conf

5.4.3.15. Creación de conferencias

Uno de los features interesantes que presenta asterisk es con el tema de las conferencias, es posible crear extensiones tipo conferencia, solicitar un PIN y tener una serie de parámetros para todos los usuarios que se unen a ella, se la invoca mediante la aplicación MeetMe()

En el dialplan se ha definido a la extensión 870 como la conferencia de Sistemas y a la 871 como la conferencia de soporte. Solamente para ejemplificar y conocer las funcionalidades que ofrece, se las define en el dialplan con las siguientes sentencias.

 Conferencia 870 y 871 de sistemas y soporte creadas dinámicamente y que solicita pin de acceso.

```
exten => 870,1,MeetMe(sistemas,dP,1111)
exten => 871,1,MeetMe(soporte,dP,1111)
```

5.4.3.16. Configuración y creación de colas

Las colas son necesarias para cuando se tiene más llamadas que usuarios que puedan atenderlas, pueden ser utilizadas para la gestión de un callcenter ya que asterisk permite un login y logout del usuario, o simplemente para mejorar el nivel de servicio de las áreas de soporte o lugares que reciben alto tráfico de requerimientos por teléfono.

A continuación, se crea las extensiones de colas (880 y 881) llamadas SDU (Service Desk Unibanco) y Sistemas, utilizadas de acuerdo a la funcionalidad que se les quiera dar en el sistema o IVR. Se puede configurar distintas opciones en cada cola como la música de espera, el método del timbrado, algunos tipos de anuncios mientras se encuentra en la cola, etc.

Las colas se definen en el archivo /etc/asterisk/queues.conf y se atan a los usuarios de acuerdo al canal que utilicen, en nuestro caso a los usuarios con sus cuentas SIP.

Cola SDU

[sdu]

```
musiconhold = default
announce = queue-sales
strategy = ringall
announce-holdtime = yes
member => SIP/2001
```

```
member => SIP/2002
member => SIP/2003
```

Cola Sistemas

[sistemas]

musiconhold = default announce = queue-support strategy = roundrobin announce-holdtime = yes member => SIP/2004 member => SIP/2005 member => SIP/2006

Las colas son utilizadas en el Dialplan mediante la aplicación Queue() y de acuerdo al nombre con la que se creo.

```
exten => 880,1,Queue(sdu)
exten => 881,1,Queue(sistemas)
```

5.4.3.17. Creación de DID

Los DID¹¹² son marcaciones directas, es decir dar un número específico para soporte, para un acceso a un usuario privado, etc., de acuerdo a la funcionalidad que se requiera.

Para la configuración de DID se define el número que se utilizará como marcación directa (3995150) y se lo enruta a la extensión el usuario en el dialplan, esto se consigue con la siguiente sentencia.

exten => 3995150,1,Verbose(3,ESTE ES EL DID ORIGINAL \${EXTEN}******)

¹¹² Direct Inward Dialing, acceso directo a usuarios

exten => 3995150,n,Goto(local,2001,1)

Los DID deben ser definidos en el contexto de llamadas entrantes para que ahí el dialplan realice el match respectivo.

5.5. CONFIGURACIÓN Y REGISTRO DE CUENTAS SIP

Una vez creadas las cuentas SIP en el archivo sip.conf y construido el dialplan con todos los servicios especificados en la sección 5.1.1., se demuestra los pasos para el registro de cada usuario contra el servidor Asterisk desde los teléfonos Yealink SIP-T28 y desde el softphone XLITE.

IP servidor Asterisk	172.19.25.5
máscara de Subred	255.255.255.0
Gateway	172.19.25.1
DNS	172.19.25.5
Rango de IP's para clientes IP	172.19.25.6 -
(teléfonos y Softphones)	172.19.25.254

Cuadro 5.1. Parámetros a utilizar a nivel de red.

Antes de realizar el registro de los equipos, se deben configurar los parámetros de red en cada uno de acuerdo a los parámetros del cuadro anterior.

5.5.1. PARÁMETROS DE RED

- En la pantalla del equipo
 Menú/Settings/Advanced Settings
- Colocar el password, por defecto es "admin"
- Ir a Network/WAN Port/Static IP client/
- Configurar los parámetros de red.

5.5.2. REGISTRO EN TELÉFONOS SIP-T28

Existen 2 formas de realizar el registro.

5.5.2.1. Vía Web

- Mediante cualquier explorador de internet con la dirección IP configurada en cada equipo, se ingresa el usuario y clave por defecto (admin).
- Se navega hacia la pestaña de cuenta y se configura los parámetros definidos en la creación de las cuentas SIP en el servidor Asterisk del sip.conf.



Figura 5.4. Pantalla de registro teléfono IP SIP-T28

Fuente: el autor

 Dar click en confirmar y mostrará el mensaje de Registrado, en el CLI de Asterisk se verá algo similar a lo siguiente.

```
-- Registered SIP '2001' at 172,19,25,9 port 5062

> Saved useragent "Yealink SIP-T28P 2,43,0,70" for peer 2001
org*CLI>
```

Figura 5.5. Mensaje de registro de la cuenta SIP desde el CLI Fuente: el autor.

 Con la confirmación de registro, el usuario atado a esa cuenta y extensión está listo para interactuar con todas las funcionalidades de Asterisk creadas a través del DIALPLAN.

5.5.2.2. Vía Teléfono

La segunda forma de registrarse es mediante el uso de la pantalla desde el teléfono, navegando según lo siguiente.

- Menú/Settings/Advanced Settings/Account/
- Colocar los mismos parámetros ingresados vía WEB.

5.5.3. REGISTRO DE SOFTPHONES

Para el registro de las cuentas SIP en el softphone se ha utilizado el software XLITE versión 4.0.

Ir a la pestaña Softphone/Account Settings/

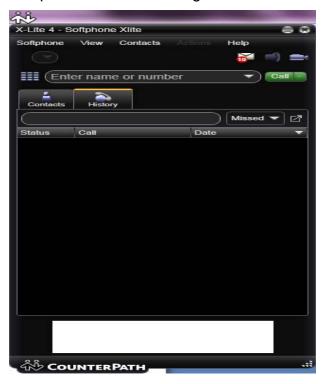


Figura 5.6. Pantalla Sotfphone Xlite 4.0

Fuente: el autor

 En la pestaña Account, se coloca los parámetros de la cuenta, del mismo modo que en los teléfonos IP el User ID y password son los definidos en el sip.conf.

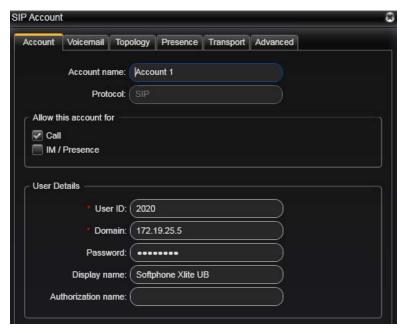


Figura 5.7. Pantalla de configuración cuenta SIP Xlite 4.0

Fuente: el autor

• Si los datos están correctos, desplegará el siguiente mensaje

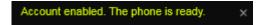


Figura 5.8. Mensaje de registro correcto en Xlite 4.0 Fuente: el autor.

Y en el CLI de Asterisk lo siguiente.

```
-- Registered SIP 720047 at 10,201,0,190 port 5638
> Saved useragent "X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832" for peer 2004 org*CLI>
```

Figura 5.9. Mensaje de registro de la cuenta SIP desde el CLI Fuente: el autor.

En caso de presentarse algún error en el registro, este se debe principalmente a que el usuario, clave o servidor Asterisk no están bien escritos.

5.5.4. PRUEBAS DE LLAMADA

Al realizar una llamada de prueba entre las dos extensiones registradas, el CLI de Asterisk muestra los mensajes de acuerdo a las instrucciones definidas en el DIALPLAN.



Figura 5.10. Llamada a través de Xlite a la extensión registrada – llamada exitosa Fuente: el autor.

```
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [2004@local:1] Macro("SIP/2001-000000c5", "usuariosst,SIP/2004") in new stack
-- Executing [s@macro-usuariosst:1] NoOp("SIP/2001-000000c5", "EXTENSION MARCADA —>2004 en el argumento1 SIP/2004") in new stack

-- Executing [s@macro-usuariosst:2] Dial("SIP/2001-000000c5", "SIP/2004,10") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called 2004
-- SIP/2004-000000c6 is ringing
-- SIP/2004-000000c6 answered SIP/2001-000000c5
-- Native bridging SIP/2001-000000c5 and SIP/2004-000000c6
org*CLI>
```

Figura 5.11. Mensajes de sentencias que se cumplen en el dialplan visualizados desde el CLI.

Fuente: el autor.

5.6. GESTIÓN DE QoS EN ROUTER'S CISCO

Una vez implementada la red de VOIP, registrado los clientes SIP y construido el DIALPLAN, es vital el aplicar ciertas reglas de calidad de servicio para garantizar que el tráfico de voz no se vea afectado por ninguno de las limitantes que se tiene cuando se trabaja en VOIP y que se revisó detenidamente en el capítulo 3.

La gestión de QoS constituye una serie de pasos para identificar, asociar el tráfico a las interfaces y construir las políticas de calidad de servicio.

Se configurará y aplicará en los 2 routers encargados del enrutamiento y manejo del tráfico WAN de extremo a extremo en UIO y GYE.

5.6.1. CREACIÓN DE CLASES DE TRÁFICO

La creación de clases se refiere a la agrupación que se da a cierto tipo de tráfico, en este caso al de VOIP para que sea manejado de la misma manera una vez lleguen al router.

Se utiliza el comando class-map, su sintaxis es la siguiente. class-map [match-any | match-all] *class-name*

5.6.1.1. Opciones en la clasificación del tráfico

- Router(config)# classmap class-map-name
 Especifica el nombre definido por el usuario para la clase de tráfico.
- Router(config)# classmap match-all classmap-name
 Especifica que todos los criterios de equiparación deben darse en el tráfico entrante para ser clasificado como parte del tráfico de la clase.
- Router(config)# classmap match-any classmap-name

Especifica que uno de los criterios de clasificación debe darse para clasificar el tráfico entrante como tráfico de la clase.

- Router(config-cmap)# match any class name
 Especifica que todos los paquetes serán recibidos en la clase.
- Router config-cmap)# match class-map classname
 Especifica el nombre de la clase de tráfico que será utilizada como criterio de coincidencia o match.
- Router(config-cmap)# match ip dscp ip-dscpvalue
 Especifica hasta 8 valores de códigos de servicios diferenciados (DSCP),
 utilizados para el criterio de match, el valor de cada código de servicio va desde 0 hasta 63.
- Router (config-cmap)# match protocol protocol
 Especifica el nombre del protocolo utilizado para el criterio de match contra los cuales los paquetes son revisados para determinar si pertenecen a la clase.

5.6.2. CREACIÓN DE POLÍTICAS DE TRÁFICO.

Las políticas se atan a las clases creadas, cada clase de tráfico que no coincide con la política es definido como tráfico por defecto.

Se utiliza el comando *policy-map* para la creación y es asociado con el nombre de cada clase.

5.6.2.1. Parámetros de las políticas del tráfico

Router (config)# policy-map policyname
 Especifica el nombre de la política del tráfico a.

- Router (config-pmap)# class class-name
 Especifica que esa clase de tráfico (puede ser predefinida), que fue configurada con el comando class-map, se usa para clasificar el tráfico en la política de tráfico.
- Router (config-pmap)# class class-default
 Para utilizar en la política la clase por defecto
- Router (config-pmap-c)# bandwidth {bandwidth-kbps | percent percent}
 Especifica un ancho de banda mínimo que se garantiza a una clase de tráfico en periodos de congestión.
- Router (config-pmap-c)# default command
 Establece cualquier comando a su valor por defecto
- Router (config-pmap-c)# fair-queue number-of-queues
 Especifica en número de colas reservadas para una clase de tráfico
- Router (config-pmap-c)# police bps burst-normal burst-max conform-action
 action exceed-action action violateaction action
 Especifica un ancho de banda máximo utilizable por una clase de tráfico
 usando el algoritmo token bucket.
- Router (config-pmap-c)# queue-limit packets
 Especifica el máximo número de paquetes encolados para una clase de tráfico (en ausencia del comando random-detect)
- Router (config-pmap-c)# random-detect
 Habilita la política WRED para una clase de tráfico que tiene un ancho de banda garantizado.

- Router (config-pmap-c)# set ip dscp ip-dscp-value
 Especifica el valor IP DSCP de paquetes dentro de una clase de servicio de QoS¹¹³.
- Router (config-pmap-c)# service-policy policy-map-name
 Especifica el nombre de una política de tráfico que se usará como criterio de match.

5.6.3. ASOCIACIÓN DE POLÍTICAS.

Las políticas creadas deben ser asociadas a una u otra interfaz de entrada o salida dependiendo de la topología de red, tal asociación se aplica con el comando service-policy.

5.6.3.1. Parámetros en la asociación de políticas

- Router(config-if)# servicepolicy output policy-mapname
 Especifica el nombre de la política de tráfico que se asociará en una interfaz en la dirección de salida. La política evalúa todo el tráfico que abandona la interfaz.
- Router(config-if)# servicepolicy input policy-mapname
 Especifica el nombre de la política de tráfico que se asocia en la dirección de entrada de una interfaz. La política evalua todo el tráfico que ingresa en esa interfaz.

 $^{^{113}}$ Cuadro de las clases de servicio de QoS y sus valores detallado en el anexo $6\,$

5.6.4. APLICACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO

5.6.4.1. Creación de listas de acceso

Trafico ICMP

- access-list 105 permit icmp any any echo
- access-list 105 permit icmp any any echo-reply

Trafico RTP

ip access-list extended VOIP-RTCP
 permit udp any any range 10000 32767

Trafico SIP

 ip access-list extended Voice-Control permit udp any any eq 5060 5062

5.6.4.2. Clasificación

Marcado de tráfico de Tiempo Real

class-map match-any real-time
match protocol rtp
match protocol icmp
match access-group name VOIP-RTCP

Marcado de tráfico de VOZ

class-map match-any ef-traffic match dscp ef match access-group 105

Tráfico de señalizacion y control

class-map match-all af31-traffic
match dscp af31
match access-group name Voice-Control

Tráfico por defecto

class-map match-all default match any

5.6.4.3. Políticas

Politica de tráfico

policy-map IIq-VOIP

class ef-traffic
 priority 300

class af31-traffic
 bandwidth remaining percent 40
 random-detect dscp-based
 random-detect dscp 26 34 40 10

class class-default
 bandwidth remaining percent 60
 random-detect dscp-based
 random-detect dscp-based
 random-detect dscp-based
 random-detect dscp 0 20 40 10

Politica Acceso WAN

policy-map tuneIVOIP-out class class-default shape average 1024000 service-policy Ilq-VOIP

Política Acceso LAN

policy-map VOIP-in class real-time set dscp ef class af31-traffic set dscp af31 class class-default set dscp default

5.6.4.4. Asociación

- interface Tunnel0
 service-policy output tunelVOIP-out
- interface vlan1 service-policy input VOIP-in

5.6.4.5. Comprobación¹¹⁴

- show class-map
- show policy-map
- show policy-map tunelVOIP-out
- show policy-map VOIP-in
- show policy-map interface vlan1
- show policy-map interface tunnel0

5.7. MEDICIONES Y PRUEBAS

Para comprobar el correcto funcionamiento de una llamada en curso de VOIP, se ha utilizado distintas herramientas de medición de tráfico en tiempo real¹¹⁵ y captura de paquetes¹¹⁶.

Para efecto de este análisis se ha realizado las siguientes mediciones y capturas.

¹¹⁴ Ejecución completa de los comandos y respuesta del router en el anexo 7

¹¹⁵ Se ha utilizado el software STG (SNMP Traffic Grapher) y PRTG Network Monitor

¹¹⁶ La captura de paquetes fue realizada con el sniffer Wireshark.

5.7.1. MEDICIÓN DEL ANCHO DE BANDA DEL CANAL

Para las pruebas en la presente investigación se utiliza un canal de 256 Kbps, en condiciones normales y sin tráfico específico de VOIP, la utilización de ancho de banda del mismo es de 40-80 Kbps, como se aprecian en las siguientes gráficas.

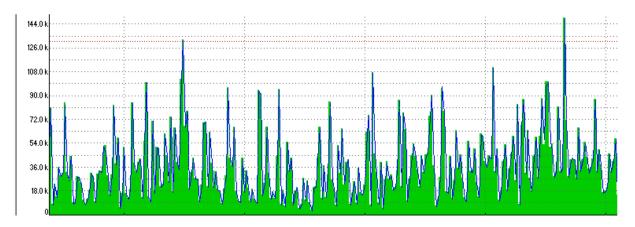


Figura 5.12. Medición del tráfico del canal mediante el uso de STG.

Fuente: Software STG.

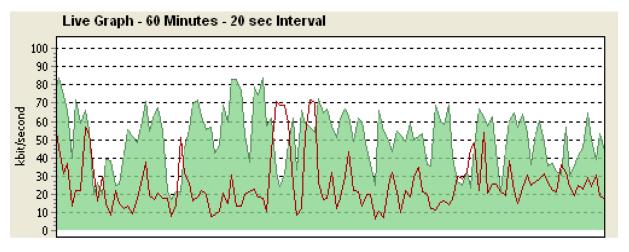


Figura 5.13. Medición del tráfico del canal mediante PRTG

Fuente: Software PRTG

5.7.2. SATURACIÓN DEL CANAL DE ANCHO DE BANDA

Los siguientes gráficos demuestran el consumo de ancho de banda saturando el canal con tráfico que no es de VOIP.

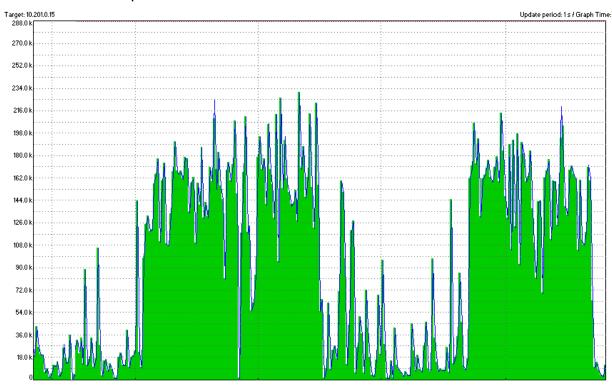


Figura 5.14. Saturación del canal con tráfico, medido con STG Fuente: Software STG

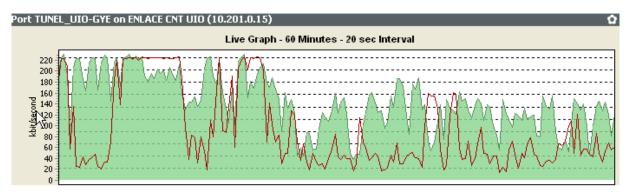


Figura 5.15. Saturación del canal con tráfico, medido con PRTG Fuente: Software PRTG.

5.7.3. CAPTURA DEL TRÁFICO

Se ha capturado todo el tráfico desde que inicia la llamada, siguiendo con la saturación del canal y posteriormente hasta el término de la llamada.

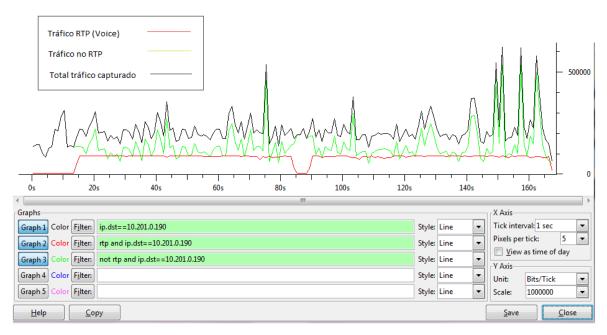


Figura 5.16. Captura de tráfico de inicio a fin sin gestión de QoS.

Fuente: Software Wireshark

Como se puede apreciar en la gráfica, al saturar el canal, el tráfico de RTP se ve afectado.

5.7.4. ANÁLISIS DE LA CAPTURA SIN APLICACIÓN DE QoS

Una vez recopilado todo el tráfico, se analiza los streams de RTP con la herramienta Wireshark, el siguiente gráfico muestra los valores y porcentajes de los paquetes enviados y las pérdidas del mismo.

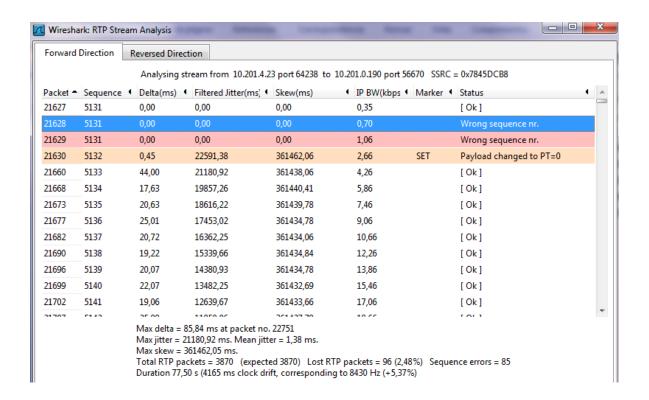


Figura 5.17. Análisis de los streams de VOIP, tráfico RTP

Fuente: Analizador de streams Wireshark

```
Max delta = 85,84 ms at packet no. 22751

Max jitter = 21180,92 ms. Mean jitter = 1,38 ms.

Max skew = 361462,05 ms.

Total PTP maskets = 3870 (expected 3870) | Lest PTP maskets = 96 (2.48%)
```

Total RTP packets = 3870 (expected 3870) Lost RTP packets = 96 (2,48%) Sequence errors = 85 Duration 77,50 s (4165 ms clock drift, corresponding to 8430 Hz (+5,37%)

El análisis de los paquetes streams de audio muestra que existen 96 paquetes perdidos y 85 errores de secuencia, el valor del jitter llegó a 21180,92 ms, un valor inaceptable en una comunicación de VOIP, cabe mencionar que el análisis realizado y el porcentaje de pérdidas corresponden al total de la captura de paquetes; es decir, si se analiza solamente desde la generación del tráfico para saturar el canal mientras la llamada de VOIP está en curso, este porcentaje sería mucho mayor.

5.7.5. ANÁLISIS DE LA CAPTURA CON POLÍTICA DE QoS.

Ahora se realiza la medición y análisis de una llamada de VOIP con los mismos parámetros de la realizada anteriormente, pero con la aplicación de la política de Calidad de Servicio, a continuación las gráficas y los resultados.

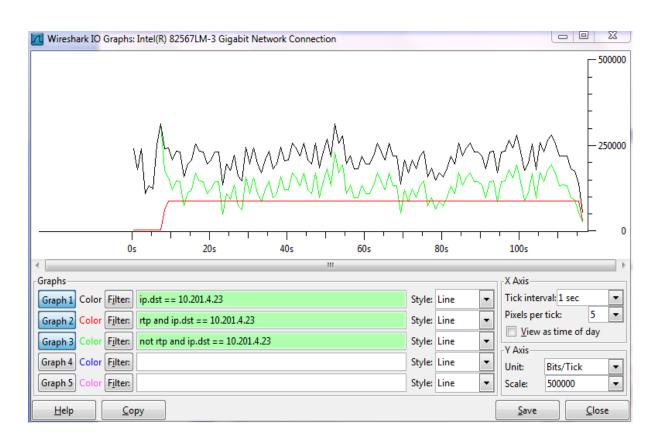


Figura 5.18. Captura de paquetes de inicio a fin con política de QoS.

Fuente: Software Wireshark.

_ _ _ X Wireshark: RTP Stream Analysis Forward Direction Reversed Direction Analysing stream from 10.201.0.190 port 49900 to 10.201.4.23 port 54110 SSRC = 0x60DEAF6D Packet - Sequence Delta(ms) Filtered Jitter(ms) Skew(ms) IP BW(kbps ■ Marker ■ Status 2136 19,89 0,01 0,11 3,20 1183 [Ok] 1186 2137 19,95 0,01 0,16 4,80 [Ok] 1189 2138 20,13 0,02 0,03 6,40 [Ok] 1197 2139 29,89 0,63 -9,86 8,00 [Ok] 1204 2140 19,97 0,60 -9,83 9,60 [Ok] 1206 2141 20,02 0,56 -9,86 11,20 [Ok] 2142 20,02 1210 0,53 -9,88 12,80 [Ok] 1214 2143 20,34 0,52 14,40 -10,23 [Ok] 1217 2144 19,90 0,49 -10,12 16,00 [Ok] 1220 2145 29,77 1,07 -19,89 17,60 [Ok] Max delta = 29,89 ms at packet no. 1197 Max jitter = 1,07 ms. Mean jitter = 0,09 ms. Max skew = -22,20 ms. Total RTP packets = 5402 (expected 5402) Lost RTP packets = 0 (0,00%) Sequence errors = 0 Duration 108,04 s (-11 ms clock drift, corresponding to 7999 Hz (-0,01%) Close Save payload... Save as CSV... <u>R</u>efresh Next non-Ok Jump to Graph Player

5.7.6. ANÁLISIS DEL STREAM RTP CON QoS

Figura 5.19. Análisis de streams RTP con política de QoS.

Fuente: Analizador de streams Wireshark.

```
Max delta = 29,89 ms at packet no. 1197

Max jitter = 1,07 ms. Mean jitter = 0,09 ms.

Max skew = -22,20 ms.

Total RTP packets = 5402 (expected 5402) Lost RTP packets = 0 (0,00%) Sequence errors = 0

Duration 108,04 s (-11 ms clock drift, corresponding to 7999 Hz (-0,01%)
```

La gráfica muestra que una vez aplicada la política de QoS, los paquetes perdidos son 0 (0,00%), no existe secuencia de errores y el jitter máximo fue de 0.09 ms, se concluye que la llamada de VOIP fue de gran calidad para el usuario.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

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

Se ha tratado también en este estudio, respecto a la convergencia de las redes, como pilar fundamental en el avance de la tecnología, más cuando permite la implementación y administración de una sola red en lugar de varias como solía ser el modelo anterior; sin embargo este avance tecnológico no conlleva la extinción de la red telefónica tradicional, al contrario, se obtiene una correlación para que nuevas tecnologías como voz sobre IP se efectúen y desarrollen de mejor forma.

Se ha visto que el éxito de implementar una red de VOIP está relacionado con la infraestructura y equipamiento que se disponga y de un adecuado diseño y administración de la red, todos estos factores van de la mano con la calidad o satisfacción del usuario al momento de realizar una llamada.

Respecto a las limitaciones de una llamada de VOIP, las mismas han sido controladas y manejadas a niveles tolerables, mediante una adecuada gestión de QoS basados en el método de marcado, clasificación, creación de políticas y asociación del tráfico en cada una de las interfaces, lo cual permitió alcanzar una llamada de excelente calidad; entregando al usuario la misma nitidez como si estuviera utilizando la red PSTN, incluso con las perturbaciones inyectadas a nivel de tráfico en la red.

En cuanto al hardware con el que se implementó la red, se debe saber, que los conocimientos adquiridos para una gestión adecuada de QoS no solo admite su implementación en equipamiento CISCO, sino que permite aplicarlo en cualquier hardware que se disponga, sea con marcas como HP, Checkpoint o Huawei; ya que los principios de la Calidad de Servicio no difieren de la marca utilizada.

A la vez, según un análisis previo de algunas marcas reconocidas de proveedores de tecnologías de VOIP aplicadas en un mismo escenario, se ha determinado, por tema de costos principalmente, que la opción más rentable ha sido la propuesta con tecnología Open Source Asterisk, sin embargo presenta una desventaja en el tema de soporte y en el nivel de administración que se requiere.

Asterisk es un software que requiere un conocimiento de medio a avanzado para manejar su arquitectura, pero que aplicado de una forma bien estructurada se convierte en una herramienta muy potente que permite construir complejos sistemas costosos de telefonía, ofertados por marcas de fabricantes reconocidos.

Una gran característica del desarrollo de este proyecto, es que puede ser implementado a gran escala, en entornos Small bussiness o Corporativos; siempre y cuando no se pierda la base de una programación del dialplan de Asterisk manejable y sobre todo escalable, además de una administración adecuada de los recursos en hardware.

Las herramientas de medición de ancho de banda STG y PRTG han permitido determinar en tiempo real el tráfico que atraviesa la red en un momento determinado, con la finalidad de sensar la saturación del canal de datos en una llamada de VOIP y con ello conocer las estadísticas en kbytes de la llamada en curso

Finalmente se concluye que mediante Wireshark -una potente herramienta de escaneo de tráfico y análisis de streams-, se ha examinado los streams de voz (RTP), lo que permitió determinar que desde el inicio de una llamada de VOIP, continuando con la inyección de tráfico y la finalización de la misma; el análisis muestra que sin el manejo de niveles de calidad de servicio el tráfico de audio es sumamente perturbado, si no se aplica la política; a diferencia que cuando se la usa, no se ve afectado ni interrumpido.

6.2. RECOMENDACIONES

Realizar la compra de equipamiento en switching para la creación de Vlan's en todos los puntos de red, también se recomienda actualizar el IOS de los actuales equipos Cisco tanto de switching como de routing.

Revisar los anchos de banda de las ubicaciones en las que se implemente a futuro telefonía IP para no afectar la calidad de las llamadas y soportar mayor cantidad de concurrencia.

Se recomienda capacitar a los administradores del sistema de telefonía con cursos basados en Open Source Asterisk y tomar los niveles de soporte que ofrece Digium para sistemas Asterisk.

Se recomienda la instalación de las versiones liberadas estables de Asterisk y la de sus dependencias o software adicional necesario para su funcionamiento.

Instalar y construir un sistema de telefonía Asterisk bajo el sistema Operativo Linux ya que el software de Astetrisk es nativo de este SO, se recomienda versiones estables como CentOS o RedHat o en versiones enfocadas a Servidor como Ubuntu Server.

Se recomienda antes de iniciar un DIALPLAN complejo, solicitar toda la información concerniente a permisos, capacidad de usuarios, etc., y de este modo construir una estructura sólida manejable y entendible.

Tener un monitoreo constante de factores como ancho de banda y latencias entre los lugares a implementar una solución de Voip, plantear las herramientas propuestas en la investigación o integrar tal monitoreo con las que dispone la institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KUROSE James F., y ROSS Keith W., Computer Networking A top-Down approach featuring the internet, tercera edition, editorial Pearson Education, Estados Unidos, 2007, ISBN 0-321-22735-2.
- HUIDROBO, José M., ROLDAN, David, Integración de voz y datos, editorial Mc-GrawHill, Madrid, 2003, ISBN: 84-481-3850-3.
- KEAGY, Scott, Integración de redes de voz y datos, editorial Pearson Educatión, Madrid, 2001, ISBN: 84-205-3187-1.
- MADSEN Leif, SMITH Jared, Asterisk the future of the telephony, segunda edición, editorial O'really, 2007, ISBN 978-0-596-51048-0
 http://cdn.oreilly.com/books/9780596510480.pdf>
- MIRANDA C., Karen, Control de la congestión, evaluación de algoritmos de control de retardo en Voz sobre Internet, 2008, [Fecha de revisión Marzo de 2011]
 - http://mcyti.izt.uam.mx/~kmiranda/docs/MastersThesis.pdf/>
- INGENIERÍA DE TRÁFICO, Visón de conjunto de las recomendaciones de la UIT, [en línea], [Revisión marzo de 2011]
 http://es.wikitel.info/wiki/Vision_de_conjunto_de_las_Recomendaciones_de_la_UIT_sobre_la_ingeniería_de_tráfico
- Biografía Joseph Carl Robnett licklidder [revisión Marzo de 2011],
 http://www.thocp.net/biographies/licklidder_jcr.html

- SHELDON Thomas, Encyclopedia of networking, edición electrónica, editorial Mc. GrawHill, 1998, ISBN 0-07-882333-1
 http://books.google.com/books?hl=es&id=G-06AQAAIAAJ&q=isbn#search_anchor
- PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN, Herramientas WEB para la enseñanza,
 [revisión 12 de junio de 1998]
 http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/ip.html
- ITU-T, "Integrated Services Digital Network (ISDN) Overall Network Aspects and Functions ISDN Protocol Reference Model," ITU-T Recommendation I.320, Noviembre de 1993.
 http://www.itu.int/rec/T-REC-I.120-199303-I
- DIGIUM Authorized training, Asterisk Advanced DCAP Certification, 2009.
- [RFC 3550], SCHULZRINNE Henning, RTP, Protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real, 2003
 <ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc3550.txt>
- [RFC 3261], Rosenberg J., Schulzrinne H., Camarillo G., SIP Protocol, julio de 2002, http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3261.txt
- 3G AMERICAS, SIP a Switching Core Protocol Recommendation, 2007,
 http://www.4gamericas.org/documents/3G_Americas_SIP-l_White_Paper_August_2007-FINAL.pdf
- RFC EDITOR, RFC 5456 Protocolo IAX2, [Revisión Febrero 2011],
 http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5456.txt

- ASTERISK GUIDE, El protocolo IAX [Revisión mayo de 2011],
 http://www.asteriskguide.com/mediawiki/index.php/El_Protocolo_IAX
- RODERA Susana, Pila de protocolos H.323, Septiembre de 2005,
 http://es.scribd.com/doc/56644468/8/Pila-de-protocolos-H-323
- ITU-T, Q.931 Recommendation, [Revisión marzo 2011],
 http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.931-199805-l/en
- TECH-FAQ, Conceptos de Subnetting y VLSM, [Revisión mayo de 2011],
 http://www.tech-faq.com/subnetting.html
- Referencia técnica de redes, The Network Hierarchical Model, [Revisión febrero de 2011],
 http://www.mcmcse.com/cisco/guides/hierarchical_model.shtml
- Funciones y aplicaciones para Asterisk, [Revisión Junio de 2011]
 http://www.the-asterisk-book.com/unstable/applikationen.html
- SHEETS Kris, Generalidades de Asterisk, [Revisión Abril de 2011]
 http://itaki.net/espanol/asterisk espanol.pdf>
- RUSSELL Bryant, Architecture and documentation of Asterisk, 2011,
 [Revisión Abril de 2011]
 - < https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+1.8+Documentation >

 CISCOPRESS, Classifying VoIP Signaling and Media with DSCP for QoS, [Revisión junio de 2011]
 http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk757/technologies_tech_note09186a

00800949f2.shtml>

CiscoPress, Implementing Cisco Quality of Service (QoS), options on GRE Tunnel Interfaces, [Revisión mayo de 2011]
 http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk545/technologies_tech_note09186a
 008017405e.shtml>

ANEXOS

Anexo No. 1. Propuesta económica solución CISCO





Cliente: UNIBANCO

Atención : Dirección : Teléfono: Fecha:

lunes, 05 de abril de 2010

Observación: Oferta Economica Referencial de Telefonía IP

Hem	Prod. Number	Description	Qly.	P. Unitario	P. Total
		SERVER CUCM 7.X			
1	UNIFIED-CM7.1	CUCM 7.1 top level part number	- 1	\$ 0,01	\$ 0,
2	MC87816I4-K9-CMC2	Unified CM 7.1 7816-14 Appliance, 0 Seats	- 1	\$ 2.847,27	\$ 2.847,
3	CAB-AC	AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m	- 1	\$ 0,01	\$ 0,
4	CCX-70-CM-BUNDLE	CCX 7.0 UCM 5 Seat ENH Bundle - ONLY with NEW UCM	- 1	\$ 0,01	\$ 0,
5	CUCMS-EVAL-K9	CUCMS Monitoring Bundle Evaluation	- 1	\$ 0,01	\$ 0,
6	CON-8NT-16I4C2	SMARTNET 8X5XNBD Unified CM 7.1 7816-14 Appliance, 0 Seat	1	\$ 434,70	\$ 434 ,
7	LIC-CM7.1-7816=	License Unified CM 7.1 7816 Appliance, 500 seats	- 1	\$ 2.843,71	\$ 2.843,
		Gateway Ejido. Capacidad: 14 Lineas de Calle, 2 E1, 8 Fax o Telefonos Convencionales, Supervivencia para 176 Usuarios de Telefonia			
1	CISCO3825-SRST/K9	3825 Voice Bundle w/ PVDM2-64,FL-8R8T-175,8P Serv,128F/512D	1	\$ 9.075,95	\$ 9.076
2	8382R8P8K9-12425	Cisco 3825 SPSK9-SPSK9 FEAT SET FACTORY UPG FOR BUNDLES	1	\$ 0,01	\$ 0
3	EVMHD-8FX8/DID	High density voice/fax extension module - 8 FXS/DID	1	\$ 1.033,45	\$1.033
4	EM-HDA-6FXO	6-port voice/fax expansion module - FXO	1	\$ 885,82	\$ 885
5	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	2	\$ 590,55	\$1.181
6	VWIC2-2MFT-T1/E1	2-Port RJ-48 Multiflex Voice/WAN Trunk - T1/E1	1	\$ 1.476,36	\$1,478
7	PVDM2-64	64-Channel Packet Voice/Fax DSP Module	1	\$ 2,362,18	\$ 2.382
8	CAB-AC	AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m	1	\$ 0.01	#0
9	PWR-3825-AC	Cisco 3825 AC power supply	1	\$ 0.01	\$0
10	MEM3800-256U512D	256 to 512MB DRAM (single DIMM) Factory upgrade for 3800	1	\$ 0,01	#0
11	MEM3800-64U129CF	64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 3800 Series	1	\$ 0.01	\$ 0
12	FL-8R8T-175	Feat Lic Survivable Remote Site Telephony Up To 175 Users	1	\$ 0,01	‡ 0
13	PVDM2-64	64-Channel Packet Voice/Fax DSP Module	1	\$ 0,01	\$0
14	CCP-CD	Clsco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash	1	\$ 0,01	\$ 0
15	CON-BNT-38258RST	SNT 8X5XNBD + SAU 3825 Voice Bundle	1	\$ 1.643,96	\$ 1.843
		Gateway Pucarà. Capacidad: 14 Lineas de Calle, 2 E1, 8 Fax o Telefonos Convencionales, 8 upervivencia para 176 Usuarios de Telefonia			
1	CISCO3825-SRST/K9	3825 Voice Bundle w/ PVDM2-64,FL-8R8T-175,8P Serv,128F/512D	1	\$ 9.075,95	\$ 9.076
2	8382R8P8K9-12425	Cisco 3825 SPSK9-6PSK9 FEAT SET FACTORY UPG FOR BUNDLES	1	\$ 0,01	\$ 0
3	EVM-HD-8FX8/DID	High density voice/fax extension module - 8 FXS/DID	- 1	\$ 1.033,45	\$ 1.033
4	EM-HDA-6FXO	6-port voice/fax expansion module - FXO	- 1	\$ 885,82	\$ 886
5	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	2	\$ 590,55	\$1.181
6	VWIC2-2MFT-T1/E1	2-Port RJ-48 Multiflex Voice/WAN Trunk - T1/E1	- 1	\$ 1.476,36	\$1,476
7	PVDM2-64	64-Channel Packet Voice/Fax DSP Module	- 1	\$ 2.362,18	\$ 2.382
8	CAB-AC	AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m	- 1	\$ 0,01	\$0
9	PWR-3825-AC	Cisco 3825 AC power supply	1	\$ 0,01	\$0
10	MEM3800-256U512D	256 to 512MB DRAM (single DIMM) Factory upgrade for 3800	1	\$ 0,01	#0
11	MEM3800-64U128CF	64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 3800 Series	1	\$ 0,01	\$ 0
12	FL-8R8T-175	Feat Lic Survivable Remote Site Telephony Up To 175 Users	1	\$ 0,01	\$0
13	PVDM2-64	64-Channel Packet Voice/Fax DSP Module	1	\$ 0,01	\$0
14	CCP-CD	Cisco Config Professional on CD, CCP-€xpress on Router Flash	1	\$ 0,01	\$ 0
15	CON-SNT-3825SRST	SNT 8X5XNBD + SAU 3825 Voice Bundle	1	\$ 1.643,96	\$ 1.843
		Gafeway Merced Guayaquil. Capacidad: 28 Lineas de Calle, 8			
		Fax o Telefonos Convencionales, Supervivencia para 100 Usuarios de Telefonia			

1 CISCO2851-SRST/K9 2851 Voice Bundle w/ PVDM2-48,FL-SRST-100,SP 1 \$ 6.344,67 2 CAB-AC AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m 1 \$ 0,01 3 S28NRSPSK9-12425 Cisco 2800 SPSK9-SPSK9 FEAT SET FACTORY UPG FOR BUNDLES 1 \$ 0,01 4 EVM-HD-8FXS/DID High density voice/fax extension module - 8 FXS/DID 1 \$ 1.033,45 5 EM-HDA-6FXO 6-port voice/fax extension module - FXO 2 \$ 885,82 6 PVDM2-48U64 PVDM2 48-Channel to 64-Channel Factory Upgrade 1 \$ 553,64 7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$ 1.181,09 8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$ 590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF	\$ 6.344,67 \$ 0,01 \$ 0,01 \$ 1.033,45 \$ 1.771,64 \$ 553,64 \$ 1.181,09
2 CAB-AC AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m 1 \$ 0,01 3 S28NRSPSK9-12425 Cisco 2800 SPSK9-SPSK9 FEAT SET FACTORY UPG FOR BUNDLES 1 \$ 0,01 4 EVM-HD-8FXS/DID High density voice/fax extension module - 8 FXS/DID 1 \$ 1,033,45 5 EM-HDA-6FXO 6-port voice/fax expansion module - FXO 2 \$ 885,82 6 PVDM2-48U64 PVDM2 48-Channel to 64-Channel Factory Upgrade 1 \$ 553,64 7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$ 1,181,09 8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$ 590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 0,01 \$ 1.033,45 \$ 1.771,64 \$ 553,64
S28NRSPSK9-12425 Cisco 2800 SPSK9-SPSK9 FEAT SET FACTORY UPG FOR BUNDLES 1 \$ 0,01	\$ 0,01 \$ 1.033,45 \$ 1.771,64 \$ 553,64
S28/RSPSK9-12425 BUNDLES BUNDLES S28/RSPSK9-12425 BUNDLES BUNDLES S28/RSPSK9-12425 BUNDLES S28/RSPSK9-12425 BUNDLES S28/RSPSK9-12425 BUNDLES S28/RSPSK9-12425 S28/RSPSK9-12425	\$ 1.033,45 \$ 1.771,64 \$ 553,64
5 EM-HDA-6FXO 6-port voice/fax expansion module - FXO 2 \$ 885,82 6 PVDM2-48U64 PVDM2 48-Channel to 64-Channel Factory Upgrade 1 \$ 553,64 7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$ 1.181,09 8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$ 590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 1.771,64 \$ 553,64
6 PVDM2-48U64 PVDM2 48-Channel to 64-Channel Factory Upgrade 1 \$ 553,64 7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$ 1.181,09 8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$ 590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 553,64
7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$1.181,09 8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$0,01	
8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 4 \$ 590,55 9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 1.101,05
9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01 10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 2,362,18
10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01 11 CCP-CD Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 0,01
MEM2851-256US12D Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$ 0,01 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 0,01
CCP-CD 12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	
	\$ 0,01 \$ 0,01
13 Feat Lic Survivable Remote Site Telephony Up To 100 Users 1 \$ 0,01	
FL-SRST-100	\$ 0,01
	\$ 0,01 \$ 1.190,49
15 CON-SNT-C2851SRS SNT 8X5XNBD + SAU 2851 Voice Bundle 1 \$1.190,49	\$ 1.190,49
Gateway Urdesa. Capacidad: 24 Lineas de Calle, 8 Fax o	-
Telefonos Convencionales, Supervivencia para 100 Usuarios de	
Telefonia	
1 CISCO2851-SRST/K9 2851 Voice Bundle w/ PVDM2-48,FL-SRST-100,SP 1 \$6.344,67	\$ 6.344,67
CISCO2851-SRST/K9 Serv,128F/512D Serv,128F/512D CAB-AC AC Power Cord (North America), C13, NEMA 5-15P, 2.1m 1 \$0,01	\$ 0,01
Cierco 2800 SDSK9 SDSK9 FEAT SET FACTORY LIDG FOR	
3 S28NRSPSK9-12425 BUNDLES 1 \$0,01	\$ 0,01
4 EVM-HD-8FXS/DID High density voice/fax extension module - 8 FXS/DID 1 \$1.033,45	\$ 1.033,45
5 EM-HDA-6FXO 6-port voice/fax expansion module - FXO 2 \$885,82	\$ 1.771,64
6 PVDM2-48U64 PVDM2 48-Channel to 64-Channel Factory Upgrade 1 \$553,64	\$ 553,64
7 PVDM2-32 32-Channel Packet Voice/Fax DSP Module 1 \$1.181,09	\$ 1.181,09
8 VIC2-4FXO Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal) 3 \$590,55	\$ 1.771,64
9 PWR-2821-51-AC Cisco 2821/51 AC power supply 1 \$ 0,01	\$ 0,01
10 MEM2851-256U512D 256 to 512MB DDR DRAM factory upgrade for the Cisco 2851 1 \$ 0,01	\$ 0,01
11 Cisco Config Professional on CD, CCP-Express on Router Flash 1 \$0,01	\$ 0,01
12 MEM2800-64U128CF 64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 2800 Series 1 \$ 0,01	\$ 0,01
13 FL-SRST-100 Feat Lic Survivable Remote Site Telephony Up To 100 Users 1 \$0,01	\$ 0,01
14 ACS-2821-51-STAN Cisco 2821/51 Standard Accessory Kit 1 \$ 0,01	\$ 0,01
15 CON-SNT-C2851SRS SNT 8X5XNBD + SAU 2851 Voice Bundle 1 \$1.190,49	\$ 1.190,49
Telefonos Gerentes	
1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 90 \$ 425,28	\$ 38.275,06
2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 90 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 90 \$ 3.00	\$ 3.870,51
3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 90 \$3,00	\$ 270,00
Telefonos Mandos Medios	
1 CP-7940G Cisco IP Phone 7940G, Global 40 \$253,26	\$ 10.130,23
2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 40 \$43,01	\$ 1.720,23
3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 40 \$3,00	\$ 120,00
Telefonos Usuarios Generales	\$ 43.220,71
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$215,03	\$ 8.644,14
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01	\$ 603,00
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$215,03	
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00	
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras	¢ 4 704 44
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28	\$ 1.701,11
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49	\$ 1.509,98
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54	\$ 1.509,98 \$ 126,15
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49	\$ 1.509,98
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01	\$ 1.509,98 \$ 126,15 \$ 172,02
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00	\$ 1.509,98 \$ 126,15 \$ 172,02
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1,237,61	\$ 1.509,98 \$ 126,15 \$ 172,02 \$ 12,00 \$ 14,950,43
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1,237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1,237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 3 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95 \$172,02
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1,237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 4 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95 \$172,02
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLEFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1.237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 3 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 4 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95 \$172,02
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLEOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1.237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 3 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 4 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95 \$172,02 \$12,00
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLEOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937-G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1.237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 3 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 4 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$	\$1.509,98 \$126,15 \$172,02 \$12,00 \$12,00 \$4.950,43 \$1.337,95 \$172,02 \$12,00
1 CP-7911G Cisco IP Phone 7911G 201 \$ 215,03 2 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 201 \$ 43,01 3 PWR CORD CP-PWR Power Cord 201 \$ 3,00 Telefonos: Operadoras 1 CP-7961G Cisco IP Phone 7961 4 \$ 425,28 2 CP-7914= 7914 IP Phone Expansion Module 4 \$ 377,49 3 CP-SINGLFOOTSTAND= Footstand kit for single 7914 4 \$ 31,54 4 CP-WR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 5 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,00 Telefonos: Conferencias 1 CP-7937G Cisco IP Conference Station 7937 Global 4 \$ 1,237,61 2 CP-7937-MIC-KIT Microphone Kit for 7937 4 \$ 334,49 3 CP-PWR-CUBE-3 IP Phone power transformer for the 7900 phone series 4 \$ 43,01 4 PWR CORD CP-PWR Power Cord 4 \$ 3,	\$ 1.509,98 \$ 126,15 \$ 172,02 \$ 12,00 \$ 12,00 \$ 4.950,43 \$ 1.337,95 \$ 172,02 \$ 12,00 \$ 0,01 \$ 3.690,91

5	CON-ESW-UNITY7K9	ESSENTIAL SW Unity Release 7-Top Level	1	\$ 0,01	\$ 0,01
6	CON-ESW-U7USRE	ESSENTIAL SW 1 Unity for Exchange Usr	300	\$ 10,66	\$ 3.199,09
7	MCS-7825-I4-ECS1	Cisco Unity MCS 7825 IBM Server	1	\$ 6.643,64	\$ 6.643,64
8	UNITY-PWR-US	Power Cord - US, Can, Mex, PR, Phil, Ven, Tai, Col, Ecu	1	\$ 0,01	\$ 0,01
9	UNITY-SYSDISK	Unity Operating System 2003	1	\$ 0,01	\$ 0,01
10	CON-SNT-25I4ECS1	SMARTNET 8X5XNBD Cisco Unity MCS 7825 IBM Server	1	\$ 978,08	\$ 978,08
		Licencias Telefonos			
1	LIC-CM-DL-10=	CallManager Device License - 10 units	6	\$ 454,77	\$ 2.728,64
2	LIC-CM-DL-100=	CallManager Device License - 100 units	1	\$ 4.547,73	\$ 4.547,73
3	LIC-CM-DL-500=	CallManager Device License - 500 units	1	\$ 22.738,64	\$ 22.738,64
		Switches			
1	WS-C2960-48PST-S	Catalyst 2960 48 10/100 PoE + 2 1000BT +2 SFP LAN Lite Image	7	\$ 2.487,80	\$ 17.414,63
		Servicios			
1	CONQES-003	Servicios de Instalacion y Configuracion	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			-		
		+	_		
			\vdash		
				Precio Total:	\$ 287.910,82
				IVA:	\$ 34.549,30
				TOTAL:	\$ 322.460,12
				IOIAL	\$ JZZ.400,1Z

Forma de Pago: 60% A la recepción de la orden de compra y pago del anticipo y 40% contra entrega

Tiempo de Entrega: 45 días Validez de la oferta: 15 días

Observaciones:

Cordialmente,

Ing. Rubén Suquillo Armas Unidad de Comunicaciones y Redes COMPUEQUIP DOS

Anexo No. 2. Propuesta en detalle solución telefonía Alcatel

PROPUESTA ECONÓMICA

COTIZACIÓN PARA VENTA

Número de parte	Description	Carrided	Precio Unitario		Precio Total	
	Infraestructure de dates	2 17				
3EH06020WA	Cable de alimentación genérico? según el catálogo de mercado		\$	31.47		57.05
3EH73064AB	LANX16-2 Placa Ethernet LAN switch equipada con 16 ports	. 1		256.33	5	356.33
3EH75001AB	Kit de montaje para Rack 3	2		55.41	1	110.83
3EH75007AA	Kit de montaje para Rack 1	3	\$	55.41	1	166.24
3EH76155AB	Caja del armorio para las baterias externas 36V	2	5	185,34	8	370.68
3EH76156AA	Bateria 7AH/12V	15	8	46.81	8	702.11
3EH76177AB	Caja de bateria externa 12V para OmniPCX Office Rack 1&2	3	8	46,81	8	140,42
	Placas de Voz					
	Pack MGA24? 24 canales de compresión VoIP. Una tarjeta GA7 una tarjeta hije MADA3 de		8	867.07	8	957.07
3BA00432AB	24 canales IP		4	901.01		997.01
3EH73031AE	Place de 8 enlaces analógicos APAR		8	281.74	8	845.23
3EH73031BE	Place de 4 enlaces analógicos APA4		8	143.62	\$	267.24
3EH73034AB	Tarjeta hija CLIDSP APA para gestión local de señales CLI	5	-			
3EH73042AC	Tarjeta hija AFU-1 para conexiones auxiliares	1				
	10t adaptador T2 BAL - T2 RJ45 coaxial incluyendo: adaptador coaxial y: divisor macho a			4.1		100
SEH75004AA	hembra RJ45	2	8	61.38	3	132.77
3EH76037AA	Placa de acceso a la red pública digital RDSI : 1 acceso primario	2	\$	638.04	5	1,276.09
3EU23012AA	Tarjeta de compresión MADA3: 24 recursos	1	\$	638.D4	1	638.04
	Manterimiento de hardware	100000				177.5
3EH76034AA	Tapas para slota libres (x3)	12	\$	11.47	1	137.63
NAME OF TAXABLE PARTY.	Paquatas de OmniPCX Enterprise	and the same	dia.	100000	No.	100000
State Committee	Unidad remota Alcatel-Lucent X-IP para usuanos IP7 110/230V (Debe utilizarse con baleria			4-1L5-01E		1000000
3BA00507AC	eidernas y racki)	3	5	1.424.79	5	4,274.38
23303922	Software para el servidor de comunicaciones para un máximo de 150 usuarios? 3 unidad.		-	A LINE CO.		Language Control
38A00887UA	de tack? 110VAC	1	5	4.842.86	5	4,842.66
CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE	Licentias de software de funcionalidades	Carried Street	Com	-		10-1
	El pack Privilege 350 incluye una licencia A46457 usuarios A4645 para e-CS3507 ARS?					10000
	tarificación? Idencias de configuración para e-CS 350 y una licencia de guías vocales		5	2,944.73	\$	2,944.73
3BA00571AD	integrades	1	3	7.000000	T.	
3BAD9505AA	Licencia de software para operadora automática hasta 6 guías vocales	1	\$	860.79	4	880.79
THE RESERVE TO SERVE THE PARTY OF THE PARTY	Aplicaciones	C	ÓΝ	- SANSON	ďα	400000
3BAD0637EB	Teclado de operadora 4059 IP con conector USB español		5	929.81		1,859.67
AAROGORAA	Licencia de software para consola de operadors multimedia 4059	9	8	740.02		1,480.04
3BA09609AA	Licencia de software para Campo de Lamparas de Ocupación 4059		-	600.07		1,200.14
3BA09665AA	CSTA bypass 500 - Idencia de software	- 1	8	0.05		0.05
3BH11404AB	4059 RS software operadora incluye software 4059 BLF		S	37.07	-	74.15
STORY OF STREET	Licencias de software de usuario	Name and	óm	37737	÷	74.11
3BA09101JA	Licencia para Business IP - 1 usuario	152		102.22	-	15,537.50
ALBBIRGARIC	Albatel-Lucent OmniPCX Enterprise R9.0 licencia software		s	0.06		0.06
3BA09643AA	Servidor G723 1 - Icencia de software	120		0.06		7.31
3BA09644AA	Servidor 0.729A - Scencia de software	120			_	7.31
3BA09646AA	Clents G723A - Icencia de software			0.06		
3BA09883AA	Licencia de suftware e-CS engine actualización de 151 a 250 usuarios	152		0.06		9.26
MASCEDGAA	OMNPCX Entreprise Versión R9.0		5	1,482,69		1,482.60
STATE OF THE PARTY	Terminates IP	-	÷	0.06	÷	0.04
		-				-
	Terminal Alcatel-Lucent IP Touch 4038 extended edition Cris urbano? pentalla gráfica de 6		1	22.2		the sale of
active and the second	lineas? navegador de 4 direcciones? 10 teclas contextuales? manos libres? teclado	9.0	\$	366.62	3	18,274.60
3GV27061TB	affabetico GWERTY7 aurioutar Comfort? toma para cascos? conexión PC? sir alm.	47	_		-	rare in the same
				100000		
	Terminal Alcatel-Lucent IP Touch 4018 extended edition Gris urbano? pantalla 1x20 de			167,18	5	17,554.30
	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED?	5,120	S			
SGV27063TB	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación	105	*	10/1/2014		
BTcacrtVDe	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED?	105		-		25
	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación QUM nueva cons. Fuente de alimentación 48V para teléfonos IP Touch, 50 modutos de interfaz 4070 IBS.	Company Com		51.15		1.043.63
	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Combrit sin alimentación Quilla nueva cultos Fuente de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modulos de intertaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US)	105		51,15	1	1,943,63
3GV27063TB 3GV28109US	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación. OEM nueva gama. Fuente de alimentación 45V para teléfonos IP Touch, 50 modutos de interfaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US). Servicios tilentes.	38	1		1	4403
1GV28109US	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Combrit sin alimentación Quilla nueva cultos Fuente de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modulos de intertaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US)	Company Com	1	\$1.15 220.27	1	1,943,63
3GV28109US 36A27500AA	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Combot? sin alimentación GEM fillium estore. Fuente de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modutos de interfaz 4070 lBS. Pack x 4 (Toma US). Servicios Montas. Servicios de integración de fátrica flave en mano.	36	1 3	220.27		1,762 13
IGV28109US IBA27500AA	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación. QUM nueva cintra. Fuerrio de alimentación 48V para telefonos IP Touch, 50 modulos de interfaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US). Servicios de integración de fátrica flave en mano. SITUS. Questo Composito de la composito de fátrica flave en mano. COMOPCX Enterprise SMS (Bervicio Mantenimento Software).	38	1 3			4400
IGV28109US IBA27500AA	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación. QUM nueva gama. Fuente de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modulos de intertaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US). Servicios Titorios. Servicios de integración de fátrica lave en mano. SUS. OmnePCX Enterprise SMS (Bervicio Mantenimento Software).	30	1	220 27 1,757 83	1	1,762 13
3GV28109US 36A27500AA	caracteres? navegator de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Combot? sin alimentación GEM trituro estare Fuerte de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modutos de interfag 4070 lBS. Pack x 4 (Toma US) Servicios Menica Servicios Menica Servicios de integración de fátrica flave en mano sulo GenePCX Enterprise SIMS (Bervicio Mantenimento Software) Installación de proyecto Mano de Otra y Traslados.	363 8 1	5	220.27	1	1,762 13
3GV28109US 36A27500AA	caracteres? navegador de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Comfort? sin alimentación. QUM nueva gama. Fuente de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modulos de intertaz 4070 IBS. Pack x 4 (Toma US). Servicios Titorios. Servicios de integración de fátrica lave en mano. SUS. OmnePCX Enterprise SMS (Bervicio Mantenimento Software).	30	5	220 27 1,757 85 76.16	1	1,762.13 1,767.83 1,523.18
	caracteres? navegator de 2 direcciones? manos libres? 6 teclas programables con LED? auricular Combot? sin alimentación GEM trituro estare Fuerte de alimentación 48V para teléfonos 8º Touch, 50 modutos de interfag 4070 lBS. Pack x 4 (Toma US) Servicios Menica Servicios Menica Servicios de integración de fátrica flave en mano sulo GenePCX Enterprise SIMS (Bervicio Mantenimento Software) Installación de proyecto Mano de Otra y Traslados.	363 8 1	5	220 27 1,757 83	1	1,762.13





CONDICIONES

VALIDEZ DE LA OFERTA:
 15 días.

TIEMPO DE ENTREGA: 45 días.

TIEMPO DE GARANTÍA:

ALCATEL LUCENT garantiza técnicamente los equipos ofertados por 12 meses a partir de la fecha de facturación. La garantía técnica cubre defectos de fabricación del sistema telefónico y sus accesorios.

La garantía técnica no cubre fallas debidas a variaciones de voltaje, descargas eléctricas, alteraciones causadas por radio frecuencia, mal manejo del equipo, negligencia, manipulación de personal no autorizado o causa de fuerza mayor.

CAPACITACIÓN:

Se proporcionará al usuario, instrucciones de manejo y facilidades del o los equipos, así como del funcionamiento de la solución en general.

FORMA DE PAGO:

50% a la aceptación de la oferta, 50% a la entrega e instalación del proyecto.

ANEXO 3. Especificaciones HD IP PHONE Yealink SIP-T28.

Enterprise HD IP Phone

SIP-T28P

Executive IP Phone with 6 Lines & HD Voice

- TI TITAN chipset and TI voice engine
- 6 VoIP accounts, 320x160 graphic LCD
- HD Voice: HD Codec, HD speaker, HD handset
- IPV6, BLF/BLA, XML Browser, Hot-desking, OpenVPN
- 2xLAN, PoE, Headset, Expansion module, EHS



Yealink SIP-T28P represents the next generation VoIP phone which designed for the business user who needs rich telephony features, friendly UI and super voice quality. It is equipped with the TI TITAN chipset, offers high definition voice quality through TI voice engine, HD handset, HD speaker and HD codec (G.722). By the large, high-resolution graphical display, and together with all the 48 keys, SIP-T28P offers an excellent user experience to configure, make calls, express XML browser, etc. Moreover, to avoid problems with unwanted violations of your audio data, Yealink SIP-T28P supports the security standards TLS, SRTP, HTTPS, 802.1x, Open VPN and AES encryption which are necessary to protect against electronic eavesdropping and data theft.



Enterprise HD IP Phone

SIP-T28P

Phone Features

6 VoIP accounts, Hotline, Emergency call Call hold, Call waiting, Call forward, Call return Call transfer (blind/semi-attended/attended) Caller ID display, Redial, Mute, DND Auto-answer, 3-way conferencing Speed dial, SMS, Volcemail

Message Waiting Indication (MWI) LED Tone scheme, Volume control Direct IP call without SIP proxy

Ring tone selection/import/delete Phonebook (300 entries), Black list

Call history: dialed/received/missed/forwarded

Menu-driven user interface Localized language and input method

Soft keys programmable

Supports up to 6 expansion modules(EXP38 and EXP391

Supports Wireless Headset Adapter(EHS36)

Advanced Features

XML phonebook search/import LDAP phonebook XML Browser, Hot-desking PUSH XML Action URL & Active URI

IP PBX System Integration

Busy lamp field (BLF), BLF list Bridged line appearance (BLA) DND&Forward synchronization Intercom, Paging, Music on hold Call park, Call pickup Call recording, Call completion Group listening, Group pickup Anonymous call, Anonymous call rejection Network conference

Distinctive ringtone Dial Plan, Dial-now

Codecs and Voice Features

Wideband codec: G.722 Narrowband codec: G.711µ/A, G.723.1 G.726, G.729AB VAD, CNG, AEC, PLC, A3B, AGC **Full-duplex speakerphone with AEC**

Network Features

SIP v1 (RFC2543), v2 (RFC3261) 1PV6 DNS SRV (RPC3263) Redundant server support NAT Traversal: STUN mode DTMF: In-Band, RFC2833, SIP Info Proxy mode and peer-to-peer SIP link mode IP Assignment: Static/DHCP/PPPoE Bridge/router mode for PC port TFTP/DHCP/PPPoE client Telnet/HTTP/HTTPS server DNS client, NAT/DHCP server

Management

Auto-provision via FTP/TFTP/HTTP/HTTPS Auto-provision with PnP SNMP V1/2 optional, TR069 optional Configuration: browser/phone/auto-provision factory configuration customized Trace package and system log export

Open VPN, 802.1x, VLAN QoS (802.1pq), LLDP Transport Layer Security (TLS) HTTPS (server/dient), SRTP (RFC3711) Digest authentication using MD5/MD5-sess Secure configuration file via AES encryption Phone lock for personal privacy protection Admin/VAR/User 3-level configuration mode

Physical Features

TI TITAN chipset

320x160 graphic LCD with 4-level grayscales 48 keys including 16 programmable keys 1xRJ9 (4P4C) handset port 1xRJ9 (4P4C) headset port

2xR345 10/100M Ethernet ports 1XRJ12 (6P6C) EXT port

Power adapter: AC 100~240V input and

DC 5V/1.2A output

Power consumption: 1.6-2.6W Net weight: 1.05KG Dimension: 273x204x42MM Operating humidity: 10~95% Storage temperature: up to 60°C

Power over Ethernet (IEEE 802.3af)

Package Features

Ob/CTN: 5 PCS N.W/CTN: 8.065KG G.W/CTN: 8.915KG Measurement: 0.062CMB Carton Meas: 580x320x300MM

Certifications





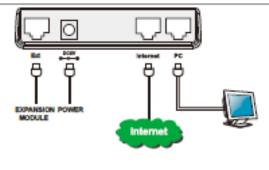
180 9001

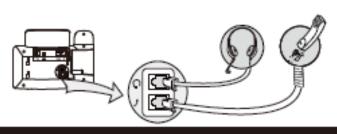












Anexo 4. Archivo de configuración Asterisk sip.conf

```
.*******************
;** CONFIGURACION GLOBAL PARA ASTERISK CANALES SIP***********
[general]
context=default
                  ;context por defecto para llamadas
                   ;puerto SIP por defecto
bindport=5060
bindaddr=0.0.0.0
                   ;redes permitidas
                   ;Habilitar DNS SRV lookup
srvlookup=yes
                 ;Deshabilitar todos los c�decs
disallow=all
allow=gsm
                 :Habilitar codec GSM
allow=alaw
                 :Habilitar codec alaw
allow=ulaw
                 ;Habilitar codec ulaw
language=es
                  ;Lenguaje definido
.***********************
;** SENTENCIAS de registro
Si se utilizara algun registro de un VOIP provider de tipo SIP
.******************
;** CONFIGURACION DE CUENTAS SIP (FRIENDS, USERS Y PEERS)********
;Se utiliza macros para crear patrones de usuarios
[internal](!)
type = friend
                 tipo de canal SIP;
host = dynamic
                   ;registro de forma dinamica
secret = unibanco
                   ;pwd de registro
context = internal
                  ;contexto del usuario, nivel de permiso
[local](!)
type = friend
host = dynamic
secret = unibanco
context = local
[national](!)
type = friend
host = dynamic
secret = unibanco
context = national
[celular](!)
type = friend
host = dynamic
secret = unibanco
```

context = celular

[international](!)

type = friend

host = dynamic

secret = unibanco

context = international

;Asignación del patron a cada usuario SIP

[2001](international)

mailbox = 2001@buzoncorreo

[2002](international)

mailbox = 2002@buzoncorreo

[2003](international)

mailbox = 2003@buzoncorreo

[2004](international)

mailbox = 2004@buzoncorreo

[2005](internal)

mailbox = 2005@buzoncorreo

[2006](local)

mailbox = 2006@buzoncorreo

[2007](local)

mailbox = 2007@buzoncorreo

[2008](local)

mailbox = 2008@buzoncorreo

[2009](local)

mailbox = 2009@buzoncorreo

[2010](national)

mailbox = 2010@buzoncorreo

[2011](national)

mailbox = 2011@buzoncorreo

[2012](national)

mailbox = 2012@buzoncorreo

[2013](national)

mailbox = 2013@buzoncorreo

[2014](celular)

mailbox = 2014@buzoncorreo

[2015](celular)

mailbox = 2015@buzoncorreo

[2016](local)

mailbox = 2016@buzoncorreo

[2017](local)

mailbox = 2017@buzoncorreo

[2018](local)

mailbox = 2018@buzoncorreo

[2019](international)

mailbox = 2019@buzoncorreo

[2020](international)

mailbox = 2020@buzoncorreo

[2021](local)

mailbox = 2021@buzoncorreo

[2022](local)

mailbox = 2022@buzoncorreo

[2023](local)

mailbox = 2023@buzoncorreo

[2024](local)

mailbox = 2024@buzoncorreo

[2025](local)

mailbox = 2024@buzoncorreo

Anexo 5. DIALPLAN complete de Asterisk (extensions.conf)

```
.*****************
:** CONFIGURACIONES GENERALES PARA LAS EXTENSIONES***********
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrouhg=yes
clearglobalvars=no
priorityjumping=no
.*********************
:** GLOBAL VARIABLES
:** AQUI SE DEFINE LAS VARIABLES GLOBALES QUE VAYAMOS A NECESITAR
[globals]
.**********************************
** CONTEXTOS DE EXTENSIONES ********************************
:** CONSTRUCCION DE DIALPLAN ********************************
;contexto usuarios solo llamadas internas
[internal]
exten => 2001,1,Macro(usuariosst,SIP/2001)
exten => 2002,1,Macro(usuariosst,SIP/2002)
exten => 2003,1,Macro(usuariosst,SIP/2003)
exten => 2004,1,Macro(usuariosst,SIP/2004)
exten => 2005,1,Macro(usuariosst,SIP/2005)
exten => 2006,1,Macro(usuariosst,SIP/2006)
exten => 2007,1,Macro(usuariosst,SIP/2007)
exten => 2008,1,Macro(usuariosst,SIP/2008)
exten => 2009,1,Macro(usuariosst,SIP/2009)
exten => 2010,1,Macro(usuariosst,SIP/2010)
exten => 2011,1,Macro(usuariosst,SIP/2011)
exten => 2012,1,Macro(usuariosst,SIP/2012)
exten => 2013,1,Macro(usuariosst,SIP/2013)
exten => 2014,1,Macro(usuariosst,SIP/2014)
exten => 2015,1,Macro(usuariosst,SIP/2015)
exten => 2016,1,Macro(usuariosst,SIP/2016)
exten => 2017,1,Macro(usuariosst,SIP/2017)
exten => 2018,1,Macro(usuariosst,SIP/2018)
exten => 2019,1,Macro(usuariosst,SIP/2019)
```

```
exten => 2020,1,Macro(usuariosst,SIP/2020)
exten => 2021,1,Macro(usuariosst,SIP/2021)
exten => 2022,1,Macro(usuariosst,SIP/2022)
exten => 2023,1,Macro(usuariosst,SIP/2023)
exten => 2024,1,Macro(usuariosst,SIP/2024)
exten => 2025,1,Macro(usuariosst,SIP/2025)
;VOICEMAIL
exten => 800,1,Answer()
exten => 800,n,VoiceMailMain(@buzoncorreo)
;DIRECTORIO
exten => 810,1,Directory(buzoncorreo,internal,e)
;PARQUEO DE LLAMADAS
include => parkedcalls
;MUSICA EN ESPERA
exten => 860,1,Answer()
exten => 860,n,Musiconhold()
;CONFERENCIAS
exten => 870,1,MeetMe(sistemas,dP,1111)
exten => 871,1,MeetMe(soporte,dP,1111)
:COLAS
exten => 880,1,Queue(sdu)
exten => 881,1,Queue(sistemas)
;llamadas a números especiales permitidas a todas las extensiones
;especiales
exten \Rightarrow _911,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN})
exten \Rightarrow 101,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN})
;llamadas a números 1700 y 1800 permitidos a todos.
;1700-1800
exten => _91[7-8]00NXXXXX,1,Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
include => grabaciones
include => retorno
```

```
[local]
;locales
exten => _9NXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
include => internal
[national]
;nacionales
exten => _90[2-7]NXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
include => local
[celular]
;celulares
exten => _90[8-9]NXXXXXX,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
include => national
[international]
;internacionales
exten => _900XXXXXXXX.,1, Dial(DAHDI/g1/${EXTEN:1})
include => celular
[Retorno]
Opcion CERO
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Background(transfer)
exten => s,n,set(ext=(${EXTEN}))
exten => s,n,WaitExten(5)
exten => s,n,Dial(SIP/ext,10)
exten => s,n,Hangup()
;EXTENSIONES Operador Y buzon de correo
exten \Rightarrow a,1,Read(NUMBER,,3,,3,15)
exten => a,n,Playback(pls-wait-connect-call)
exten => a,n,Goto(internal,${NUMBER},1)
exten => a,n,Playback(pbx-invalid)
exten => a,n,Hangup()
exten => o,1,Playback(pls-wait-connect-call)
exten => o,n,Goto(internal,s,1)
exten => o,n,Hangup()
```

;macro general comportamiento de acuerdo al estado de la llamada

```
[macro-usuariosst]
             s,1,NoOp(Este
                                                  ingresado-->${MACRO EXTEN}en
exten
        =>
                              es
                                   el
                                        numero
                                                                                       el
argumento1${ARG1})
exten \Rightarrow s,n,Dial(\{ARG1\},20\}
exten => s,n,NoOp(${DIALSTATUS})
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="NOANSWER"]?nodisponible)
exten => s,n,GotoIf($["${DIALSTATUS}"="CHANUNAVAIL"]?nodisponible)
exten => s,n,GotoIf($["${DIALSTATUS}"="CONGESTION"]?nodisponible)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="CANCEL"]?colgar)
exten => s,n,Gotolf($["${DIALSTATUS}"="BUSY"]?ocupado)
exten => s,n,Goto(congestion)
exten => s,n(nodisponible),Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Voicemail(${MACRO_EXTEN}@buzoncorreo,u)
exten => s,n,Hangup()
exten => s,n(ocupado),Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Hangup()
exten => s,n(congestion),Answer()
exten => s,n,Wait(0.5)
exten => s,n,Congestion()
exten => s,n(colgar),Hangup()
[grabaciones]
;Grabación Menú día
exten => 850,1,Answer()
exten => 850,n,Wait(0.5)
exten => 850,n,Record(menu-dia.gsm)
exten \Rightarrow 850,n,Wait(1)
exten => 850,n,Playback(menu-dia)
exten => 850,n,Hangup()
;Grabación menú noche
exten => 851,1,Answer()
exten => 851,n,Wait(0.5)
exten => 851,n,Record(menu-noche.gsm)
exten \Rightarrow 851,n,Wait(1)
exten => 851,n,Playback(menu-noche)
```

```
exten => 851,n,Hangup()
[menu-dia]
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(menu-dia)
exten => s,n,WaitExten(3)
exten => 1,1,Queue(sdu)
exten => 2,1,Queue(sistemas)
exten \Rightarrow 0,1,Dial(internal,2001,1)
exten => 9,1,Directory(buzoncorreo,internal,e)
exten \Rightarrow *,1,Goto(s,1)
exten => t,1,Playback(good-bye)
exten => t,n,Hangup()
[menu-noche]
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(menu-noche)
exten => s,n,WaitExten(3)
exten => 9,1,Directory(buzoncorreo,internal,e)
exten \Rightarrow *,1,Goto(s,1)
exten => s,n,Hangup()
exten => t,1,Playback(good-bye)
exten => t,n,Hangup()
;Contexto de llamadas entrantes, también definido en el canal del E1
[entrantes]
exten => _X.,1,NoOp(Este es el DID de la persona que llama -> : ${EXTEN} ********)
;exten => _X.,n,Dial(internal,SIP/2001,1)
exten => _X.,n,Gotoiftime(9:30-18:00,mon-fri,*,*,?menu-dia,s,1:menu-noche,s,1)
;Creación de DID'S
exten => 3995150,1,Verbose(3,ESTE ES EL DID ORIGINAL ${EXTEN}******)
exten => 3995150,n,Goto(international,2001,1)
```

Anexo 6. Cuadro de las clases de servicio de QoS.

QoS Service Classes

PHB	DSCP	DSCP Value	Intended Protocols and Applications	Service Class	Service Class and Configuration
EF	EF	101110	Interactive voice	Voice Bearer	Admission Control = RSVP Queuing = Priority
AF1	AF11 AF12 AF13	001010 001100 001110	Intranet, general data service	Bulk Data	Queuing = Rate Based Active Queue Mgt = WRED minth AF13 < maxth AF13 <= minth AF12 < maxth AF12 <= minth AF11 < maxth AF11
AF2	AF21 AF22 AF23	010010 010100 010110	Database access, transaction services, interactive traffic, preferred data service	Transactional	Queuing = Rate Based Active Queue Mgt = WRED minth AF23 < maxth AF23 <= minth AF22 < maxth AF22 <= minth AF21 < maxth AF21
AF3	AF31 AF32 AF33	011010 011100 011110	Locally defined mission-critical applications	Mission- Critical	Queuing = Rate Based Active Queue Mgt = WRED minth AF33 < maxth AF33 <= minth AF32 < maxth AF32 <= minth AF31 < maxth AF31
AF4	AF41 AF42 AF43	100010 100100 100110	Interactive video and associated voice	Interactive Video	Admission Control = RSVP Queuing = Rate Based Active Queue Mgt = WRED minth AF43 < maxth AF43 <= minth AF42 < maxth AF42 <= minth AF41 < maxth AF41
CS6	Class 6	110000	Border Gateway Protocol (BGP), OSPF, etc.	Routing (Reserved)	Queuing = Rate Based Small guaranteed minimum rate Active Queue Mgt = RED minth < maxth, but minth is deep to minimize loss
CS4	Class 4	100000	Often proprietary	Streaming Video	Admission Control = RSVP Queuing = Rate Based Active Queue Mgt = RED minth < maxth
CS3	Class 3	011000	Session initiation protocol (SIP), H.323, etc.	Voice Signaling	Queuing = Rate Based Small guaranteed minimum rate Active Queue Mgt = RED minth < maxth, but minth is deep to minimize loss
CS1	Class 1	001000	User-selected service, point-to-point applications	Less-than- Best Effort Data (Scavenger)	Queuing = Rate Based No bandwidth guarantee Active Queue Mgt = RED minth < maxth
Default	Default (Best- Effort) Class 0	000000	Unspecified traffic, e- mail	Best-Effort	Queuing = Rate Based Minimal bandwidth guarantee Active Queue Mgt or Per-flow fair queuing Active Queue Mgt = RED minth < maxth

Anexo 7. Comandos comprobación políticas de QoS en el router.

show class-map

Class Map match-any real-time (id 2)
Match protocol rtp
Match protocol icmp
Match access-group name VOIP-RTCP

Class Map match-any ef-traffic (id 3)
Match dscp ef (46)
Match access-group 105

Class Map match-all af31-traffic (id 4)
Match dscp af31 (26)
Match access-group name Voice-Control

Class Map match-all default (id 5)
Match any

show policy-map

UNIB-MATRIZ-UIO#show policy-map Policy Map tuneIVOIP-out Class class-default Average Rate Traffic Shaping cir 4096000 (bps) service-policy Ilq-VOIP

Policy Map VOIP-in Class real-time set dscp ef Class af31-traffic set dscp af31 Class class-default set dscp default

Policy Map Ilq-VOIP
Class ef-traffic
priority 300 (kbps)
Class af31-traffic
bandwidth remaining 40 (%)
packet-based wred, exponential weight 9

dscp min-threshold max-threshold mark-probablity -----af31 (26) 34 40 1/10 default (0) - - 1/10 Class class-default bandwidth remaining 60 (%) packet-based wred, exponential weight 9

random-detect ecn dscp min-threshold max-threshold mark-probablity -----default (0) 20 40 1/10

show policy-map tuneIVOIP-out

UNIB-MATRIZ-UIO#show policy-map tuneIVOIP-out Policy Map tuneIVOIP-out Class class-default Average Rate Traffic Shaping cir 1096000 (bps) service-policy Ilq-VOIP

show policy-map VOIP-in

UNIB-MATRIZ-UIO#show policy-map VOIP-in
Policy Map VOIP-in
Class real-time
set dscp ef
Class af31-traffic
set dscp af31
Class class-default
set dscp default

• show policy-map interface vlan1

UNIB-MATRIZ-UIO#show policy-map interface vlan1 Vlan1

Service-policy input: VOIP-in

Class-map: real-time (match-any)
44172 packets, 4749680 bytes
5 minute offered rate 57000 bps, drop rate 0 bps
Match: protocol rtp
28261 packets, 2042887 bytes
5 minute rate 31000 bps
Match: protocol icmp
14823 packets, 1586858 bytes
5 minute rate 14000 bps
Match: access-group name VOIP-RTCP
1088 packets, 1119935 bytes
5 minute rate 11000 bps
QoS Set
dscp ef
Packets marked 44172

Class-map: af31-traffic (match-all)

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: dscp af31 (26)

Match: access-group name Voice-Control

QoS Set dscp af31

Packets marked 532

Class-map: class-default (match-any) 663306 packets, 477631117 bytes

5 minute offered rate 4471000 bps, drop rate 0 bps

Match: any QoS Set dscp default Packets marked 663306

show policy-map interface tunnel0

UNIB-MATRIZ-UIO#show policy-map interface tunnel0 Tunnel0

Service-policy output: tunelVOIP-out

Class-map: class-default (match-any) 281178 packets, 148150649 bytes

5 minute offered rate 1134000 bps, drop rate 0 bps

Match: any Queueing

queue limit 64 packets

(queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/687/0 (pkts output/bytes output) 280503/152498092 shape (average) cir 4096000, bc 16384, be 16384 target shape rate 4096000

anger enaperate reces

Service-policy: Ilq-VOIP

queue stats for all priority classes:

queue limit 64 packets

(queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0 (pkts output/bytes output) 38866/3942729

Class-map: ef-traffic (match-any)

38854 packets, 3241877 bytes

5 minute offered rate 30000 bps, drop rate 0 bps

Match: dscp ef (46)

36678 packets, 3066207 bytes

5 minute rate 29000 bps

Match: access-group 105

2176 packets, 175670 bytes

5 minute rate 1000 bps

Priority: 300 kbps, burst bytes 7500, b/w exceed drops: 0

Class-map: af31-traffic (match-all)

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: dscp af31 (26)

Match: access-group name Voice-Control

Queueing

queue limit 64 packets

(queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

(pkts output/bytes output) 0/0

bandwidth remaining 40% (379 kbps)
Exp-weight-constant: 9 (1/512)
Mean queue depth: 0 packets

dscp Transmitted Random drop Tail drop Minimum Maximum Mark pkts/bytes pkts/bytes pkts/bytes thresh thresh prob af31 0/0 0/0 0/0 34 40 1/10

Class-map: class-default (match-any) 242323 packets, 144908704 bytes

5 minute offered rate 1108000 bps, drop rate 0 bps

Match: any Queueing

queue limit 64 packets

(queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/687/0 (pkts output/bytes output) 241637/148555363

bandwidth remaining 60% (569 kbps) Exp-weight-constant: 9 (1/512) Mean queue depth: 8 packets

			•			
pkts/bytes	marked	pkts/bytes	pkts/bytes	thresh	thresh	prob
241398/14853	31691 0	200/195222	487/47118	33 20	40	1/10
240/23750	0	0/0	0/0	32	40	1/10
	pkts/bytes 241398/14853	pkts/bytes marked 241398/148531691 0	pkts/bytes marked pkts/bytes	pkts/bytes marked pkts/bytes pkts/bytes 241398/148531691 0 200/195222 487/47118	pkts/bytes marked pkts/bytes pkts/bytes thresh 241398/148531691 0 200/195222 487/471183 20	