



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA *SOFTSWITCH*
PARA HABILITACIÓN DE UNA RED MULTISERVICIO DE
NUEVA GENERACIÓN EN PROYECTOS ESTRATEGICOS
A NIVEL RESIDENCIAL Y DE EMPRESAS**

**LUIS AMERICO PIRIR GOMEZ
ASESORADO POR: ING. MANUEL FERNANDO BARRERA**

Guatemala, noviembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA *SOFTSWITCH*
PARA HABILITACIÓN DE UNA RED MULTISERVICIO DE
NUEVA GENERACIÓN EN PROYECTOS ESTRATEGICOS
A NIVEL RESIDENCIAL Y DE EMPRESAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS AMERICO PIRIR GOMEZ
ASESORADO POR: ING. MANUEL FERNANDO BARRERA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, noviembre de 2005

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA *SOFTSWITCH*
PARA HABILITACIÓN DE UNA RED MULTISERVICIO DE
NUEVA GENERACIÓN EN PROYECTOS ESTRATEGICOS
A NIVEL RESIDENCIAL Y DE EMPRESAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica con fecha 29 de octubre de 2003, No. EIME 168.2003.

LUIS AMERICO PIRIR GOMEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I.	
VOCAL II .	Ing. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III.	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV.	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V .	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godinez.
EXAMINADOR	Ing. Manuel Fernando Barrera Perez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Alberto Solares Martínez.
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. RED PÚBLICA TELEFÓNICA ACTUAL PSTN.....	1
1.1. Acceso.....	1
1.2. Transporte.....	2
1.2.1. TDM.....	2
1.2.2. ATM.....	3
1.3. Conmutación (<i>Switching</i>).....	4
1.3.1. Centrales telefónicas conmutadas CLASS 4 y 5.....	5
1.3.2. Central telefónica privada PBX.....	7
1.4. Métricas de desempeño para <i>Switches</i> CLASS 4 y 5.....	8
1.4.1. Confiabilidad.....	8
1.4.2. Escalabilidad.....	9
1.4.3. Calidad de servicio QoS.....	9
1.4.4. Característica o funcionalidades.....	10
1.5. Señalización.....	10
1.5.1. Señalización multifrecuencia.....	11
1.5.2. Señalización SS7 (<i>Signaling System SS7</i>).....	11
1.5.2.1. Enlaces de señalización SS7.....	12
1.5.2.2. Puntos de señalización SS7.....	12
1.5.2.3. Tipos de enlaces de señalización en SS7.....	14
1.5.2.4. Modelo del protocolo SS7.....	16

1.5.2.4.1. MTP.....	17
1.5.2.4.2. ISUP.....	17
1.5.2.4.3. TUP.....	18
1.5.2.4.4. SCCP.....	18
1.5.2.4.5. TCAP.....	19
2. ANALISIS DE CONMUTADORES DE SOFTWARE <i>SOFTSWITCH</i>.....	21
2.1. Acceso.....	22
2.1.1. PC hacia PC/ PC hacia teléfono.....	22
2.1.2. <i>IP Phones</i> / teléfono a teléfono.....	23
2.1.3. <i>Media Gateway</i> MG.....	24
2.1.3.1. <i>Gateway</i> residencial/SOHO.....	26
2.1.3.2. <i>Gateway</i> empresarial.....	27
2.1.3.3. <i>Gateway carrier-grade</i>	27
2.2. <i>Switching</i>	28
2.2.1. Controlador de llamadas.....	29
2.2.1.1. <i>Gatekeeper</i> GK.....	29
2.2.1.2. <i>Media Gateway Controller</i> MGC.....	30
2.2.2. <i>Signaling Gateway</i>	31
2.2.3. Transporte de señalización SIGTRAN.....	31
2.2.4. Servidor de aplicaciones.....	32
2.2.5. APIs.....	33
2.3. Protocolos relacionados con VoIP.....	34
2.3.1. H.323.....	34
2.3.2. MGCP.....	36
2.3.3. SIP.....	37
2.3.4. SDP.....	38
2.3.5. BICC.....	38
2.4. Transporte.....	39
2.4.1. Red IP, hacia una red convergente.....	39

3. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN	
<i>SOFTSWITCH</i>	41
3.1. Arquitectura para habilitación de servicios.....	41
3.1.1. Arquitectura física.....	43
3.1.1.1. Centralizada.....	43
3.1.1.2. Distribuida.	44
3.1.1.3. Interface entre control de llamadas y capa de servicio.....	45
3.2. Aplicaciones tecnología <i>Softswitch</i>	47
3.2.1. Sustitución de <i>Switch</i> CLASS 4 por <i>Softswitch</i>	47
3.2.2. Sustitución de <i>Switch</i> CLASS 5 por <i>Softswitch</i>	49
3.2.3. <i>Softswitch</i> como <i>Switch</i> de acceso.....	49
3.2.4. Servicios de nueva generación.....	51
3.2.4.1. Suministro por Web.....	51
3.2.4.2. Conexión Web a través de activación de voz.....	52
3.2.4.3. Centro de llamadas de Internet.....	52
3.3. Evaluación comparativa de estándares, <i>Softswitch</i> y PSTN.....	52
3.3.1. Confiabilidad.....	52
3.3.2. Escalabilidad.....	54
3.3.3. Calidad de Servicio QoS.....	59
4. ANÁLISIS, BENEFICIOS Y EVALUACIÓN DE COSTOS CASO DE ESTUDIO	61
4.1. Consideraciones preliminares.....	61
4.2. Proyección retorno de inversión ROI.....	63
4.3. Oportunidades de mercado.....	64
4.4. Solución propuesta.....	67
4.5. PBX Vrs IP PBX.....	70
4.6. Justificaciones.....	71
4.7. Análisis de costos.....	74
4.8. Análisis de resultados caso de estudio.....	78

CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Red telefónica pública, <i>Switches</i> CLASS.....	6
2	Puntos de señalización en SS7.....	13
3	Tipos de enlaces de señalización en SS7.....	14
4	Modelo de referencia OSI y modelo de protocolo SS7.....	16
5	Componentes de la arquitectura <i>Softswitch</i>	21
6	Sistema tradicional Vrs solución <i>Softswitch</i>	22
7	<i>Gateway</i> residencial/SOHO.....	26
8	<i>Gateway</i> aplicaciones empresariales y carrier grade.....	28
9	Arquitectura <i>Softswitch</i> detallando la capa de aplicaciones así como APIs.....	32
10	Red H.323.....	35
11	Red MGCP.....	36
12	Red SIP.....	37
13	Arquitectura <i>Softswitch</i> para habilitación de servicios avanzados.....	41
14	Solución <i>Softswitch</i> bajo una arquitectura centralizada.....	43
15	Solución <i>Softswitch</i> bajo una arquitectura distribuida.....	44
16	Interface entre servidor de aplicaciones y media server.....	45
17	VoIP <i>Gateway</i> como sustitución de CLASS 4.....	47
18	Instalación de VoIP <i>Gateway</i> a cada <i>Switch</i> CLASS 5.....	48
19	Reemplazo de <i>Switch</i> CLASS 5 por un <i>Softswitch</i>	49
20	Soluciones <i>Softswitch</i> como <i>Switch</i> de acceso.....	50
21	Solución <i>Softswitch</i> a escala corporativa, sustitución CLASS 4 y 5.....	51
22	Comparación requerimientos de espacios <i>Switch</i> CLASS 4 y <i>Softswitch</i>	56
23	Proyección para retorno de inversión ROI en tecnología <i>Softswitch</i>	63

24	Proyección del mercado mundial soluciones de voz empresariales.....	65
25	Proyección de ganancias a escala mundial por multiservicios VPN.....	66
26	Arquitectura <i>Softswitch</i> como solución de voz al nivel de acceso.....	67
27	Mercados de oportunidad soluciones VoIP.....	69
28	Ejemplo de solución para la propuesta al nivel de acceso.....	69
29	Porcentajes de ahorro en una red convergente.....	72

TABLAS

I.	Tipos de central offices y su evolución.....	4
II.	Descripción de los tipos de enlaces de señalización en SS7.....	15
III.	<i>Gateway</i> y sus mercados basados en la escalabilidad.....	26
IV.	Detalle comparativo de protocolos VoIP.....	39
V.	Función de entidades en una arquitectura <i>Softswitch</i>	42
VI.	Flujo de control SIP.....	46
VII.	Especificaciones GR-1110-CORE.....	53
VIII.	Comparación confiabilidad <i>Softswitch</i> y CLASS.....	53
IX.	<i>Media Gateway</i> que ofrecen gran densidad en un sólo rack.....	55
X.	Comparación de espacio requerido y costo de renta CLASS 4 y <i>Softswitch</i> para habilitar 36,000 DS0.....	56
XI.	Comparación de costos de energía para CLASS4 y <i>Softswitch</i> para habilitar 36,000 DS0.....	57
XII.	Comparación de escalabilidad, puertos por rack y capacidad de procesamientos BHCA.....	58
XIII.	Calificación MOS para las técnicas de codificación PSTN.....	59
XIV.	Comparación calificación MOS <i>Softswitch</i> y CLASS 4.....	60
XV.	Comparación solución PBX Vrs IP PBX.....	71
XVI.	Costos de adquisición solución TDM NEC y solución <i>Softswitch</i> Cisco.....	76

XVII. Equipamiento unidades telefónicas ambas soluciones.....	76
XVIII. Gastos de operación caso de estudio.....	76
XIX. Cálculo de beneficios.....	77
XX. Valor de rescate del sistema.....	77
XXI. Análisis de costos y beneficios.....	77
XXII. Análisis de valor presente neto.....	78
XXIII. Relaciones costo beneficio.....	78

GLOSARIO

CLASS	<i>Custom Local Area Signaling Services</i> , se refiere a las centrales tradicionales TDM que proporcionan servicios a un área determinada.
Conmutación de circuitos	Técnica de comunicación en la que se establece un canal o circuito dedicado durante toda la duración de la comunicación.
Conmutación de paquetes	Técnica de conmutación en la cual los mensajes se dividen en paquetes antes de su envío. Cada paquete se transmite en forma individual y puede incluso seguir rutas diferentes hasta su destino. Una vez los paquetes llegan se agrupan para reconstruir los mensajes originales.
H.323	Es la recomendación global (incluye referencias a otros estándares, como H.225 y H.245) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que fija los estándares para las comunicaciones multimedia sobre redes basadas en paquetes que no proporcionan una calidad de servicio (QoS) garantizada
<i>Media Gateway</i>	Denominación para referirse a los productos agrupados bajo el protocolo MGCP (<i>Media Gateway Control Protocol</i>). La principal función del <i>Media Gateway</i> es la conversión IP/TDM bajo el control del <i>Softswitch</i> .

MGCP	Es un protocolo de control de dispositivos, donde un <i>Gateway</i> esclavo MG, es controlado por un maestro MGC (<i>Media Gateway Controller</i>).
Protocolo	Colección específica de reglas que gobiernan el intercambio de mensajes sobre una red o interconexión de redes.
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i> , red telefónica conmutada pública. Red pública operada por compañías telefónicas tanto locales como de larga distancia.
Señalización	Señales que sirven para dirigir, ordenar, monitorear o informar. Los servicios utilizan tipos de señalización para mantener los datos sincronizados y transferir eficientemente la información.
Señalización sistema SS7	Sistema de señalización número 7/ <i>common channel signaling system</i> No.7, SS7 es un estándar global para telecomunicaciones definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Sector de estandarización de telecomunicaciones). Define los procedimientos y protocolos mediante los cuales los elementos de la red telefónica conmutada PSTN, intercambian información sobre una red de señalización digital para establecer, enrutar, facturar y controlar llamadas, tanto a terminales fijos como móviles.
SIP	También conocido como IETF RFC 2543, define una arquitectura distribuida para la creación de aplicaciones multimedia.

RESUMEN

La tecnología de Voz sobre IP VoIP, permite la transmisión de voz sobre redes de paquetes IP, esta tecnología se ha ido desarrollando cada vez más y ésta es la base de las soluciones o tecnología *Softswitch*, que es la plataforma de las nuevas centrales basadas en paquetes para soluciones de voz, con la capacidad de interoperar con la red conmutada de circuitos y con las redes de paquetes, proporcionando una infraestructura con la capacidad de implementar la convergencia de redes de voz y datos.

Para que la tecnología *Softswitch* sea una plataforma viable en telecomunicaciones debe igualar o exceder el desempeño de las tradicionales centrales telefónicas o *Switches CLASS*, antes que los proveedores de servicios ya sean operadores históricos ILEC o los competitivos CLEC confíen montarlo en sus redes. Los parámetros de desempeño a evaluar debe ser escalabilidad, confiabilidad, calidad de servicios, señalización, servicios. La tecnología *Softswitch* cumple con todos los parámetros citados y en la mayoría excede las expectativas de las soluciones tradicionales.

La convergencia de las redes telefónicas y las redes de datos es una de las tendencias tecnológicas más importantes de esta década, el potencial de esta unión es de una alta envergadura; es capaz de provocar notables mejoras y ahorros en las redes de telecomunicaciones, la tendencia del mercado hoy día es ofrecer soluciones o productos que aprovechen la infraestructura de red IP con el propósito de mejorar la efectividad y productividad de las comunicaciones.

La integración de la infraestructura telefónica y de datos permite simplificar la administración de los recursos de red y facilita la expansión en capacidad, debido a una alta escalabilidad. La ventaja principal de la fusión voz-datos es su potencial para soportar nuevas aplicaciones hacia el usuario.

El impulso tecnológico que hará posible dicha integración es el escenario o gran presencia actual de infraestructuras IP en los entornos corporativos, así como en la suposición de que parte de la capacidad de estas redes es desaprovechada. Por lo tanto no hay nada mejor que emplear el ancho de banda inutilizado para soportar el tráfico de voz. De esta manera no sólo se aumenta la eficiencia de la red, sino se genera la sinergia entre diseño y despliegue de nuevas aplicaciones.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la implementación de la tecnología *Softswitch* como base de una red de nueva generación, en proyectos nuevos a desarrollar por proveedores de servicios competitivos o CLEC (*Competitive Local Exchange Carrier*) en proyectos estratégicos con potenciales clientes multiservicios.

ESPECÍFICOS

1. Presentar las consideraciones generales de la tecnología *Softswitch*, tópicos, características y beneficios.
2. Describir la arquitectura y los componentes que integran la tecnología *Softswitch*, como base de una nueva generación de redes basada en paquetes.
3. Analizar los beneficios de la implementación de una solución *Softswitch*, así como la evaluación de parámetros de desempeño con relación a la arquitectura tradicional.
4. Evaluar los costos y beneficios de la implementación de una solución *Softswitch* a escala empresarial y/o residencial, manejando una densidad inicial de 120 usuarios y con alta capacidad de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

Importantes limitaciones de la red PSTN para prestar servicios diferentes al de transmisión de voz y datos a baja velocidad, así como la introducción de la tecnología IP y el éxito de su implantación (Internet), hace que en la actualidad para brindar soluciones a las necesidades en telecomunicaciones se tengan varias redes para cubrir dichos requerimientos.

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan un alto nivel de calidad de servicio en redes IP, ha creado el entorno en donde es posible transmitir telefonía sobre redes de datos, específicamente VoIP, agregando la explosión de internet y las ventajas de esta tecnología, la conclusión es clara: El VoIP es tema importante y estratégico para las empresas proveedores de servicios, por lo tanto es innegable la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos.

Softswitch es el nuevo concepto de conmutadores telefónicos que utiliza el protocolo VoIP, sobre los cuales se basarán las nuevas redes públicas de paquetes, tiene la capacidad de direccionamiento completo sobre conmutadores tradicionales, en él residen todos los servicios inteligentes para entregar servicios mas allá del tradicional telefónico, y es el elemento principal de una arquitectura convergente, comúnmente denominada de “Nueva generación”. En este medio se puede hablar de una fase de despliegue de arquitecturas *Softswitch* como parte de la red pública a un nivel de interoperación, pero aún no a un nivel de integración como una red pública convergente basada en paquetes.

De una manera u otra todos los operadores y fabricantes están moviendo sus enfoques hacia IP en donde de acuerdo a sus estrategias, proyecciones y sobre todo al alcance, seleccionarán la solución que más les favorezca y cuando más les convenga. Al nivel de los operadores el impacto variará de un operador histórico ILEC, a un operador competidor CLEC, dependiendo no sólo de costos de inversión, estrategias, sino de las perspectivas de mercado y las actuales infraestructuras que posean.

El objetivo de este trabajo es presentar a un nivel teórico las consideraciones generales de la tecnología *Softswitch*, tópicos de su arquitectura, características, y beneficios de la implementación. Se pretende de alguna manera influenciar en los planificadores y diseñadores de soluciones de telecomunicaciones (división de ingeniería) de los CLEC, para que consideren y dimensionen proyectos en los cuales se pueden dar una factible sustitución de estructuras tradicionales, y puedan ofrecer al mercado una red mejorada proyectando una integración de servicios. El enfoque consistirá en que sobre las redes de datos, ya sean existentes y sobre todo en nuevos proyectos, implementar una arquitectura *Softswitch* en lugar de un conmutador tradicional (PBX) para entregar los servicios de voz con la ventaja de poder integrar los servicios de datos, privados o internet, utilizando la misma infraestructura de equipos, cableado, administración, operación y mantenimiento, esto repercutirá en una eficiencia no sólo en la operación de la red sino en el costo de inversión.

El caso de estudio se enfoca a proyectos al nivel de acceso, de relativa baja densidad, a escala empresarial y/o proyectos residenciales, en donde se cuentan con potenciales clientes multiservicio, datos privados, internet, telefonía, videoconferencia, etc.

El caso consiste en evaluar económicamente la sustitución de una central privada de conmutación tradicional TDM por un *Softswitch*, a una escala de 120 usuarios.

1. RED PÚBLICA TELEFÓNICA ACTUAL PSTN

Para entender en una forma sencilla como trabaja la Red Pública Telefónica Conmutada PSTN (*Public Switched Telephone Network*) se dividirá en sus tres componentes básicos: acceso, conmutación (*Switching*), transporte, cada elemento ha evolucionado durante más de 100 años de existencia. El acceso corresponde a como los usuarios se conectan a la red, la conmutación se refiere a como las llamadas son conmutadas o dirigidas a través de la red y el transporte describe la forma en que la llamada viaja o se transporta a través de los componentes de la red.

1.1 Acceso

La mayoría de los usuarios obtienen el acceso a la red mediante de un aparato telefónico convencional. La transmisión y recepción de la voz se obtiene a través de la conversión de la señal de audio en señal eléctrica por medio de un diafragma, por medio de un micrófono (en auricular) se capta la voz convirtiendo la presión del aire en señal eléctrica para ser transmitida hacia la red telefónica y el proceso inverso para ser escuchado en la bocina del auricular.

Con relación al tipo de terminales telefónicas se han tenido avances, hoy día el más utilizado es el basado en *Dual-Tone Multifrequency* (DTMF), acordado por la CCITT para la emisión de tonos desde un teléfono de teclado, con el cual las señales son enviadas a la central por diferenciación de tonos. El terminal telefónico es usualmente conectado a la central telefónica (*Central office*) vía cobre llamado comúnmente par de cobre. El tramo de cableado de cobre que se encuentra entre los usuarios y la central es conocido como planta externa. El equipo telefónico que se instala del lado del cliente es llamado CPE (*Customer premise equipment*).

1.2 Transporte

La PSTN ha evolucionado constantemente en este sentido, algunos desarrolladores de equipo y tecnología han tratado todo el tiempo de obtener el máximo número de conversaciones o canales transportados al mínimo costo posible de infraestructura.

Los esquemas de transmisión han evolucionado de la forma inicial análoga hacia sistemas digitales, TDM es una de las formas más populares de transmisión, tiene como base de operación el MIC (modulación por impulsos codificados muestreo/cuantificación/codificación) de 32 canales, con una velocidad binaria de 2,048 Mbps comúnmente llamado E1. En los años 90, se dio la aparición de otro sistema el cual fue adoptado por muchos proveedores de servicio ATM (*Asynchronous transfer mode*) el cual es un sistema de alto desempeño y que actualmente predomina como medio de transporte entre centrales telefónicas.

1.2.1 TDM

Time división multiplexing TDM, fue posible debido a la llegada del transistor en la década de 1950. TDM es un sistema de transmisión digital que usa un pequeño número de señales discretas para codificar las señales analógicas, básicamente la técnica MIC consiste en hacer un muestreo de la señal analógica por cada canal 8,000 veces por segundo y codificar cada muestra con 8 bits, por lo que la velocidad binaria resultante es de 64 Kbps y la del conjunto de 32 canales, que forman el circuito MIC primario es de $32 \times 64 = 2048$ Kbps, denominado E1. Cada trama se divide en 32 ranuras de tiempo, designadas de TS0 a TS31, donde TS0 es para señalización y TS16 para sincronización, el resto queda libre para la información.

1.2.2 *Asynchronous transfer mode (ATM)*

Asynchronous transfer mode (ATM) es un sistema de conmutación y transmisión de paquetes de tamaño fijo, retardo controlado y de alto ancho de banda. Usa paquetes de tamaño fijo llamados también celdas. La información es colocada dentro de celdas de tamaño fijo consistentes de 48 *bytes* (8 bits por *byte*) de información y 5 *bytes* de encabezados de celda. El tamaño fijo de la celda garantiza que el tiempo crítico de transmisión de la información no sea afectada por los tamaños de las tramas o paquetes a transmitir (voz o vídeo).

ATM utiliza sistemas de transmisión de servicios a alta velocidad (arriba de 155 Mbps/OC-3/STM-1). OC-3 es el nivel de velocidad estándar o más bajo para ATM, las más altas velocidades OC-192 (9.953 Gbps/ STM-64) son usadas en *Backbone* de redes de IXC's y otros proveedores de servicios especializados.

ATM tiene la capacidad de transferir y direccionar paquetes hacia destinos predeterminados, durante el proceso hacia esos destinos, cada ATM *switch* actualiza y mantiene una base de datos llamada tabla de direccionamiento. Dicha tabla de direccionamiento genera instrucciones para hacer eficiente el proceso, definiendo cuál de los canales de entrada tiene prioridad y debe ser entregado, dicha tabla es actualizada cada vez que se levanta una comunicación y cada vez que es liberada. Esto permite a los ATM *switch* enviar paquetes hacia el siguiente ATM *switch* o destino sin desperdiciar mucho tiempo en el proceso.

1.3 Conmutación (*Switching*).

La conmutación telefónica es el proceso mediante el cual se establece y se mantiene un circuito de comunicación capaz de permitir el intercambio de información entre dos usuarios cualesquiera durante un tiempo determinado. En el resto del documento se utilizara el termino *switch* para hacer mención las centrales telefónicas conmutadas.

La PSTN físicamente funciona en una configuración estrella, los circuitos de abonados (*local loops*) son terminados o conectados a una central telefónica conocida como CO (*Central office*). Dentro de la PSTN se pueden dar varios niveles, pero cada central depende solamente de una de otro nivel superior. La distribución geográfica de la red telefónica actual es sencilla, para conexiones locales se utilizan *Central office* instalando *switches* CLASS 5 (*Custom local area signaling service*) y para conexiones a larga distancia se usan *Tandem offices* instalando *switches* CLASS 4. Una ciudad como Guatemala, por ejemplo, tiene por lo menos 50 *Central offices*, que por lo regular manejan porciones geográficas en el rango de 2 a 6 Km.

Tabla I. Tipos de *central office* y su evolución

<i>Switching system</i>	Tipo de operación	Método de Conmutación	Tipo de control	Tipo de Red
1878 manual operator	Manual	Análoga	Humano	Clavijas/conectores
1892 Step-by-Step	Electromech	Análoga	Paso a paso	Selector de paso
1918 Cross-bar	Electromech	Análoga	Control común	Relés de barras
1960 ESS- 1era Gen	Semielectron	Análoga	Control común	<i>switch</i> tubos
1972 ESS- 2da Gen	Semielectron	Análoga	Programa	<i>switch</i> tubos
1976 ESS- 3er Gen	Electrónica	Digital	Programa, CC	PCM

Fuente: IEC

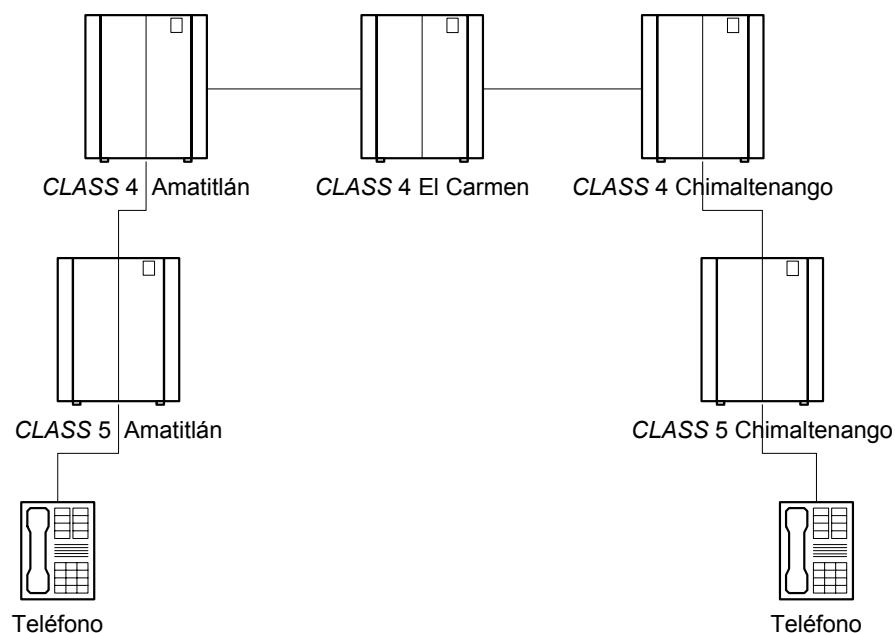
Al inicio de los años 70, la tecnología de *switches* evolucionó a la utilización de infraestructuras con computadoras; es decir, que la parte de inteligencia y control la realizaban a través de esta herramienta, haciendo posible la entrega de nuevos servicios como conferencia, desvío de llamadas. En 1976, AT&T instaló su primer # 4 *Electronic switching system* (4ESS) *Tandem switch*. A esto le siguió rápidamente la instalación de un # 5ESS como *Central office switch*. El sistema ESS no requiere conexiones físicas entre los circuitos de entrada y salida. Las conexiones entre los circuitos consisten en localidades de memoria temporales que permiten el almacenamiento también temporal del tráfico. Para los sistemas ESS una computadora proporciona el control de la asignación, almacenamiento y recuperación de las localidades de memoria, entonces cada parte para el circuito o línea de entrada (*Time slot*) puede ser almacenado en una localidad temporal para luego ser recuperada e insertada a la línea o circuito de salida. Esto es llamado matriz de memoria de *Time slot interchange* (TSI). El sistema de control ubica el *time slot* específico que está realizando la solicitud de llamada hacia el *Time slot* de la línea de comunicación con quien necesita establecer la llamada.

1.3.1 Centrales telefónicas conmutadas CLASS 4 y 5

Los *switches* CLASS 4 y 5 son los cerebros de la PSTN, la figura 1 muestra su distribución de los Switches en la estructura tradicional PSTN; cuando se realiza una llamada desde un aparato telefónico de un usuario cualquiera que pretende comunicarse con otro, ésta realiza una conexión hacia una *central* CLASS 5, luego debe ser manejada por una central de otro nivel CLASS 4, la cual direcciona la llamada de larga distancia hacia una o más centrales CLASS 4, antes de ser terminada nuevamente en una central CLASS 5, en ese momento se permite la conexión a través del teléfono de usuario final.

CLASS 5 maneja procesos de llamadas locales y CLASS 4 maneja llamadas de larga distancia. Las métricas de desempeño para CLASS 4 y 5 deben ser medidas en función de sus parámetros de confiabilidad, escalabilidad, calidad de servicio, señalización y características o funcionalidades.

Figura 1. Red telefónica pública switches CLASS 4 y 5



Una de las razones por la que los switches CLASS 4 y 5 tienen una gran reputación es por la confiabilidad que han demostrado durante el tiempo que llevan instalados en las redes tradicionales. El incremento en las mejoras a los switches en los sistemas 4 ESS incluyen nuevas interfaces, *hardware*, *software*, bases de datos para una mejor operación, administración, mantenimiento y aprovisionamiento (OAM&P). La inclusión de un procesador 1A y mejoras en la memoria en las infraestructuras 4 y 5 ESS, permitieron un mejor desempeño de las bases de datos. Ultimamente estas bases de datos han sido unidas con sistemas de reportes automáticos centralizados sobre troncales CAROT, (*Centralized automatic report on trunks*).

1.3.2 Central telefónica privada PBX

Consiste en un sistema de conmutación privado, para cubrir la necesidad de conmutación de una empresa, son equipos similares a los instalados en la PSTN pero de mucha menor capacidad. Una central privada automática de conmutación denominada PABX(*Private automatic branch exchange*) es un equipo que tiene control por software y proporciona funciones de conmutación a los usuarios conectados, permite conmutar llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública, es muy común utilizar el termino PBX para denominarlas. En general las PBX son similares a las centrales públicas excepto que no incluyen algunas funciones operacionales y de administración como redundancia o protección de líneas. Constan básicamente de 2 unidades, la unidad de conmutación y la unidad de control; la primera es la encargada de establecer el canal físico para establecer la comunicación, y la segunda es encargada de atender las señales entrantes y salientes, procesar las señales recibidas e indicar a la unidad de conmutación qué circuitos interconectar.

Regularmente las PBX son adquiridas con los fabricantes no sólo como producto sino también con un contrato de mantenimiento, los fabricantes deben de encargarse de los servicios de agregar usuarios, movimientos, cambios de equipos telefónicos. Cualquier componente individual de esta arquitectura es propia y debe adquirirse a través del fabricante y sólo a través de él. No existe ninguna posibilidad de mezclar componentes de distintos fabricantes.

Los sistemas PBX son normalmente equipados con *hardware* y *software* específico de acuerdo a las características o funcionalidades que deben entregar, dentro de estos los más característicos estan los mensajes de voz, conferencia tripartita, comunicación con operadora, listado telefónico, distribución automática de llamadas, gestión de tarificación.

1.4 Métricas de desempeño para *switches CLASS 4 y 5*

Actualmente la base para la selección de un *switch CLASS 4* ó *5* de cierto fabricante se hace sobre los siguientes parámetros: confiabilidad, escalabilidad, QoS (calidad de servicio), señalización, características o funcionalidades o servicios que puede entregar.

1.4.1 Confiabilidad

No en todos los segmentos de la industria el impacto de la falta de confiabilidad es el mismo, depende de la actividad del sector; en el área de telecomunicaciones si un *switch CLASS 4* con 100,000 DS0 (DS0 = una línea telefónica) a un costo de \$0.05 por minuto está fuera de servicio 1 hora, el proveedor podría perder \$300,000. El estar fuera de servicio se traduce en pérdidas económicas y de operación. El estándar de confiabilidad para el mercado tradicional de *switches* es de cinco 9s (99.999%), los proveedores de servicio saben que sus clientes esperan los mismos niveles de confiabilidad, la interrogante para cada producto nuevo es cuantos nueves de confiabilidad puede entregar.

Para obtener esos nueves en confiabilidad los desarrolladores implementan varios mecanismos: redundancia, cada pieza del sistema contiene una réplica, si una unidad falla la réplica toma su lugar, la redundancia se expresa en términos de relaciones, 1:1 cuando una replica por un componente. Otra forma de mejorar la confiabilidad la eliminación puntos de falla SPOF (*Single point of failure*) a través de pruebas y registros de los eventos de falla mejoras en el diseño de los sistemas.

1.4.2 Escalabilidad

Por razones económicas un *Switch CLASS 4* ó *5* debe ofrecer flexibilidad en la escala de la solución. Idealmente un proveedor de servicios inicia con una infraestructura de mínima capacidad en términos de DS0 y luego agrega más capacidad de acuerdo a la demanda. La consideración de una solución escalable es preferible a una solución que necesite otro chasis o todo un sistema nuevo para crecer de acuerdo a las necesidades del proveedor de servicios. Por ejemplo, *Nortel DMS-250 CLASS 4* tiene capacidad escalable hasta 100,000 DS0 aproximadamente, según datos obtenidos en la pagina web de *Nortel Networks*. Otra forma de evaluar la escalabilidad es la capacidad de procesamiento de llamadas *DMS-250* tiene capacidad para procesar 800,000 BHCA (*Busy hour call attempts*).

Otra razón económica para evaluar la escalabilidad es la necesidad de lograr un bajo costo por DS0 en la adquisición y operación con el fabricante, para adquirir un *switch* de alta capacidad de DS0 un proveedor puede lograr una buena negociación y un bajo precio por DS0 mejorando las probabilidades de hacer rentable dicha inversión.

1.4.3 Calidad de servicio QoS (*Quality of service*)

La calidad de voz de la PSTN es el estándar para los servicios telefónicos, los *switches CLASS 4* fueron los primeros desarrollados utilizando TDM, el cual establece el estándar al día de hoy. El servicio ofrecido por la PSTN es caracterizado por la ausencia de eco, *crosstalk*, latencia, bloqueo o desconexión de llamadas, ruido etc.

La gran ventaja de los equipos tradicionales es que fueron diseñados específicamente para contar con una alta calidad en los servicios de voz. Por tanto, esta calidad debe mantenerse en los mercados tradicionales como en los convergentes.

1.4.4 Características o funcionalidad de *Switches*

Las características de un *switch CLASS* (*Custom local signaling services*) son básicamente los servicios disponibles en cada área local de acceso y transporte LATA (*Local access and transport area*), las características y servicios son habilitados por medio de *switches CLASS 5* y señalizaciones de red SS7. *CLASS 4* ofrece características diferentes a las de un *CLASS 5* pero garantizando siempre interoperabilidad de todas las funciones.

Estas características se pueden clasificar en 2 categorías, básicas y servicios avanzados. Las básicas incluyen, servicios 1+ 800/900, números de PIN, acceso a operadora, marcación rápida (*speed dialing*), servicios *hotline*, identificación de número automático ANI; VPN, detalle de tarificación. Los avanzados, información de bases de datos, números de servicio, códigos automáticos, servicios con tarjetas prepagadas, direccionamiento y monitoreo de redes de datos y vídeo, accesos dedicados, ISDN PRI, canales conmutados de 64Kbps.

1.5 Señalización

La función principal de una central de conmutación es establecer el contacto temporal entre dos usuarios cualquiera que desean comunicarse, la señalización describe el proceso como las llamadas son establecidas y como son terminadas. En general en la señalización existen 3 funciones: supervisión, alarmas y direccionamiento. Supervisión se refiere al monitoreo de los circuitos y determinación del tráfico. Alarmas se refieren a indicación de procesos. Direccionamiento se refiere a las rutas que la llama toma sobre la red telefónica.

La aparición de los microprocesadores como unidades de control de las centrales, ha dado lugar al avance de los métodos de señalización que se basan en el diálogo entre procesadores, esto hace que se tipifiquen la señalización en:

- Canal asociado (*Channel associated signaling*). La señalización está directamente asociada al canal que transporta la voz.
- Canal común (*Common channel signaling*). La señalización de todos los canales se hace por un canal específico utilizando un canal separado para la señalización y no sobre el canal que transporta la voz. Esto permite que la señalización sea administrada por separado de la parte de transporte de información.

1.5.1 Señalización multifrecuencia

Es un tipo de señalización por canal asociado, utiliza la técnica de secuencia obligada, consiste en el envío de una señal (hacia delante) y recepción de una confirmación (hacia atrás) con el objeto de una total seguridad, denominados también como R1 *Multifrequency* (MF) utilizado en Norte América, y R2 *Multifrequency compelled* (RFC) usado en el resto del mundo.

1.5.2 Señalización sistema 7 (SS7)

El sistema de señalización por canal común (SS7 o C7), fue adoptado en el año 1988 y es el destinado a convertirse en estándar para las redes públicas de conmutación de circuitos incluyendo ISDN y redes inteligentes (IN). El estándar define el procedimiento y protocolos con los cuales los elementos de PSTN intercambian información sobre redes con señalización digital para establecer, dirigir y controlar las llamadas.

La red SS7 y sus protocolos se utilizan para funciones básicas, establecer, administrar, terminar llamadas. Servicios inalámbricos como PCS. *Roaming* inalámbrico, autenticación del suscriptor móvil, portabilidad de número local (LNP). Líneas de servicios 800/888, 900. Características avanzadas como transferencias de llamadas, conferencias tripartitas, identificador de llamadas.

1.5.2.1 Enlaces de señalización (*Signaling links*)

Los mensajes en SS7 son intercambiados entre los elementos de red sobre canales de 56 ó 64 Kbps bidireccionales llamados enlaces de señalización (*Signaling links*), la señalización ocurre sobre un canal dedicado en lugar del mismo canal de la voz, lo cual provee el establecimiento rápido de llamadas, uso eficiente de los circuitos de voz, soporte de servicios de red inteligente, mayor control sobre uso fraudulento de la red.

1.5.2.2 Puntos de señalización (*Signaling points*)

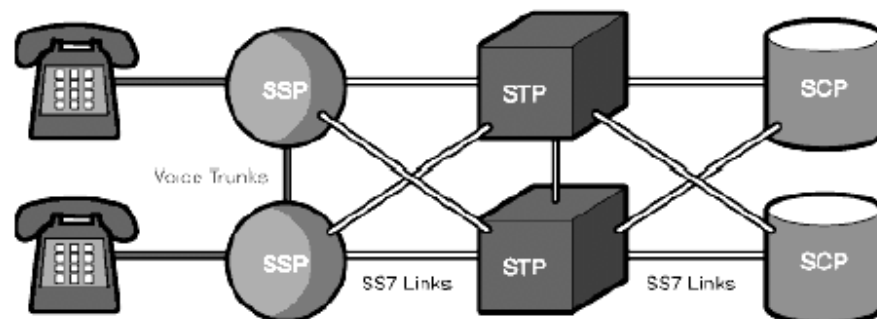
Cada punto de señalización en SS7 es único e identificado por una codificación numérica de puntos, estos códigos son transportados en mensajes de señalización intercambiados entre puntos de señalización para identificar la fuente y el destino de cada mensaje. Cada punto de señalización utiliza una tabla de direccionamiento para seleccionar la mejor ruta de señalización para cada mensaje existen 3 tipos de puntos en SS7:

- SSP Punto de servicio de conmutación (*Service switching point*).
- STP Punto de transferencia de señal (*Signal transfer point*).
- SCP Punto de control de servicio (*Service control point*).

Los SSP son conmutadores que originan, terminan o transfieren llamadas. Un SSP envía mensajes de señalización a otros SSP para establecer, manejar y liberar los circuitos de voz requeridos para completar una llamada. Un SSP puede también enviar un mensaje de consulta a la base de datos centralizada (SCP) para determinar cómo direccionar una llamada (ej. 1-800), un SCP envía la respuesta al SSP conteniendo la información de direccionamiento asociado con el número marcado. Una alternativa de direccionamiento puede ser utilizada por SSP si la ruta está ocupada o si no recibe respuesta en un tiempo determinado.

El tráfico entre puntos de señalización puede ser encaminado a través de un conmutador de paquetes llamado STP. Un STP encamina cada mensaje de entrada hacia los enlaces de señalización, basándose en la información contenida en el mensaje SS7. Debido a que la red funciona en forma centralizada, STP provee una mejor utilización de la red SS7 al eliminar la necesidad de mantener enlaces directos entre puntos de señalización. STP puede realizar un papel de traslación globalizada, un procedimiento en el cual el destino de los puntos de señalización es determinado por los dígitos presentes en los mensajes de señalización.

Figura 2. Puntos de señalización en SS7

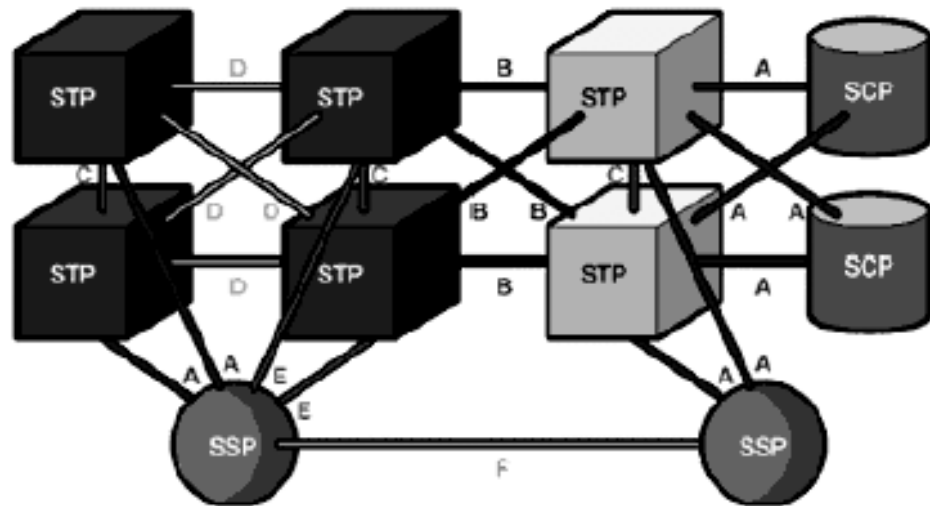


Fuente: performances technologies

1.5.2.3 Tipos de enlaces de señalización SS7

Los enlaces de señalización en SS7 son ordenados en forma lógica por tipo de enlace (de la A -a la- F), de acuerdo a la función que realice en la red SS7.

Figura 3. Tipos de enlaces de señalización SS7



Fuente: performance technologies

Tabla II. Descripción de los tipos de enlaces de señalización SS7

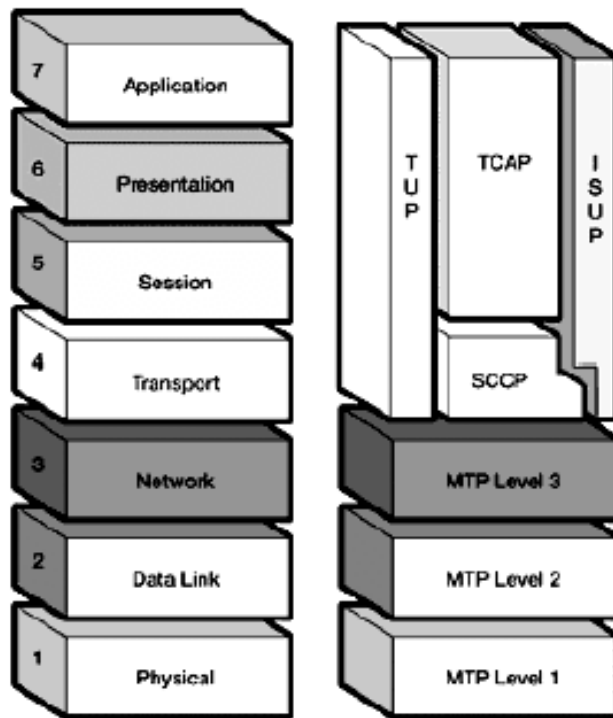
Tipo de enlace	Descripción
A	Un enlace A (<i>Access</i>) conecta hacia un punto de señalización final (SCP o SSP). Sólo los mensajes originados o destinados hacia los puntos de señalización final son transmitidos sobre un enlace tipo A.
B	Un enlace B (<i>Bridge</i>) conecta un STP con otro. Típicamente, un cuarteto de enlaces B se conectan por pares a un STP (de una red STP a otra red STP). La diferenciación entre un enlace B y un D es bastante arbitraria por tal razón algunas ocasiones se refieren a ellos como enlace B/D.
C	Un enlace C (<i>Cross</i>) conecta STP que desarrollan funciones idénticas ubicadas en pares. Un enlace C es usado sólo cuando un STP no tiene otra ruta disponible o punto de señalización, debido a fallas en el enlace. Hay que hacer notar que SCP también pueden desplegarse en pares para mejorar la confiabilidad, pero no son interconectados con enlaces de señalización.
D	Un enlace D (<i>Diagonal</i>) conecta un par STP secundario (ej. local o regional) con un par STP primario (ej. manejador de red entrada) a través de una configuración de cuatro enlaces D.
E	Un enlace E (<i>Extended</i>) conecta un SSP con alternos STP. Los enlaces E proveen una ruta alterna si un SSP principal no puede ser alcanzado a través del enlace A. Los enlaces E no son usualmente provistos a menos que los beneficios de un alto grado de confiabilidad justifique el costo adicional.
F	Un enlace F (<i>Fully associated</i>) contacta dos puntos de señalización final. Los enlaces F no son usualmente usados en redes con STP, pero redes con ausencia de STP los enlaces F conectan directamente los puntos de señalización.

Fuente: performance technologies

1.5.2.4 Modelo del protocolo en SS7 (SS7 Protocol stack)

Las funciones del *hardware* y *software* del protocolo SS7 están divididas en funciones abstractas llamadas niveles. Estos niveles trazan una estructura parecida al modelo OSI de 7 capas, definido por la ISO.

Figura 4. Modelo de referencia OSI y Modelo de Protocolo SS7.



Fuente: performance technologies

1.5.2.4.1 MTP

La parte de transferencia de mensajes MTP (*Message transfer part*) esta dividida en 3 niveles:

- MTP nivel 1, es el nivel más bajo, es equivalente a la capa física del modelo OSI. MTP nivel 1 define las características físicas, eléctricas y funcionales de los enlaces de señalización digital. Las interfaces físicas definidas incluyen E-1(2048 Kbps; 32 canales de 64 Kbps), DS-1 (1544 Kbps; 24 canales de 64 Kbps), V.35 (64Kbps), DS0 (64Kps) y DS-0A (56Kbps).
- MTP Nivel 2, asegura la completa transmisión de mensajes de extremo a extremo a través de los enlaces de señalización. El nivel 2 implementa control de flujo, validación de secuencias de mensajes y revisión de errores. Cuando un error ocurre sobre los enlaces de señalización, el mensaje (o conjunto de mensajes) son retransmitidos. MTP nivel 2 es equivalente a la capa de enlace de datos del modelo OSI.
- MTP Nivel 3, provee la ruta de mensajes entre los puntos de señalización en la red SS7. MTP nivel 3 organiza el tráfico fuera de los enlaces y puntos de señalización que han fallado y controla el congestionamiento de tráfico cuando ocurre. MTP nivel 3 es equivalente a la capa de red del modelo OSI.

1.5.2.4.2 ISUP

La parte de usuario ISDN (ISUP), ISDN *User part*, define el protocolo para establecimiento, manejo y liberación de circuitos troncales que transportan voz y datos entre en un intercambio de líneas terminales (ej. Llamada tripartita). ISUP es usado tanto para llamadas ISDN y no-ISDN; sin embargo, las llamadas que se originan y terminan en la misma central telefónica (*switch*) no utilizan la señalización ISUP.

1.5.2.4.3 TUP

En algunas partes del mundo, la parte de usuario telefónico TUP (*Telephone user part*) es usada para soportar el establecimiento y desconexión de llamadas básicas. TUP maneja sólo circuitos análogos y en muchos lados es reemplazado por ISUP para la administración de llamadas.

1.5.2.4.4 SCCP

SCCP (*Signaling connection control part*) efectúa funciones de direccionamiento adicionales a MTP-3 para protocolos que no son de usuario, sino orientados a redes. La combinación de SCCP y el MTP-3 se denomina parte de red de servicio NSP (*Network service part*). El SCCP puede brindar servicios con y sin conexión. En el caso de servicios con conexión la capa superior es ISUP, en el caso se aplica para consulta de base de datos (ej. Tarjeta de crédito). El protocolo SCCP entrega una dirección que se denomina SSN (*Subsystem number*). Permite direccionar al usuario (dentro del nodo de comunicación) del protocolo SCCP. El campo de direcciones de SCCP posee la dirección de origen y destino y la selección de ruta de señalización. Dispone de 16 tipos de mensajes, requerimientos de conexión, confirmación de conexión, conexión negada, formato de datos, control de flujo, datos urgentes, requerimientos de *reset*, confirmación de *reset*, etc.

1.5.2.4.5 TCAP

TCAP (*Transaction capabilities application part*) ocupa la capa siete por encima de SCCP. Facilita la transferencia de mensajes en tiempo real entre componentes de la red. Se aplica a enlaces con O&M, realiza el control de diálogo (servicio de transporte) con el terminal remoto. La información contiene:

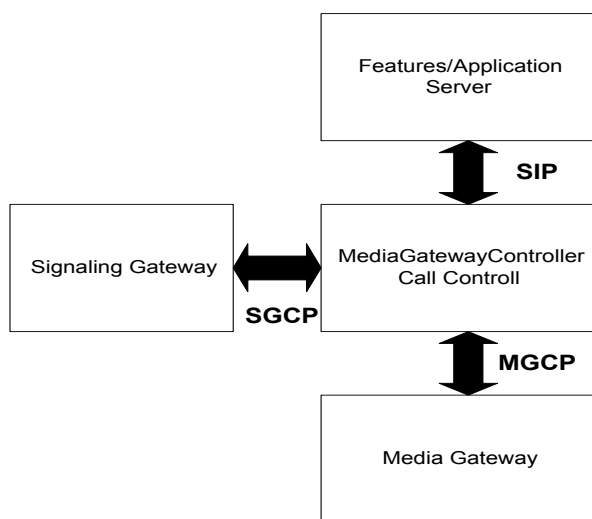
- Tipo de mensaje (unidireccional, inicio, final, intermedio, aborto)
- Longitud del mensaje (número de bytes total)
- Identificador de origen y destino de transacción.
- Tipo de contenido (retorno de resultado, reporte de error y de *reject*)
- Contenido de información (código de operación, de error,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

2. ANÁLISIS DE CONMUTADORES DE *SOFTWARE* *SOFTSWITCH*

De la misma forma en que se analizó la red PSTN, se hará con la tecnología *Softswitch* (conmutador de *Software*). Por lo tanto se describirá en términos de acceso, *switching* y transporte. Esto permitirá establecer claramente las diferencias entre las tecnologías y sus procesos; en el ámbito conceptual la diferencia primordial es el tipo de arquitectura, la PSTN trabaja en una arquitectura centralizada mientras que la red *Softswitch* puede ofrece una arquitectura distribuida.

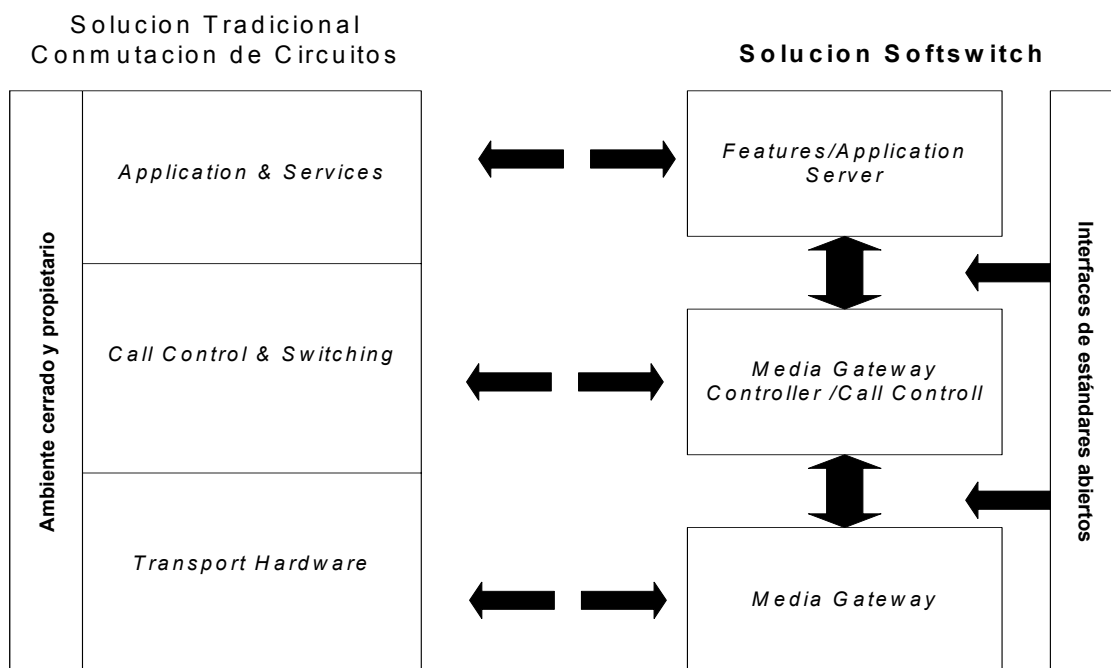
Aunque muchas de las reglas de construcción cambian drásticamente hacia una arquitectura cliente-servidor basada en paquetes, los servicios y funcionalidades deben de mantenerse para que sean tecnologías competitivas orientadas a servicios y aplicaciones.

Figura 5. Componentes de arquitectura *Softswitch*



Fuente: ISC Consortium

Figura 6. Sistema tradicional Vrs. solución *Softswitch*



2.1 Acceso

El acceso hacia una red de voz sobre IP (VoIP) se puede obtener de varias formas: IP Phones, PCs, o por un teléfono convencional a través de la conexión de un Gateway VoIP.

2.1.1 PC hacia PC / PC hacia teléfono convencional

Las primeras aplicaciones de VoIP utilizaron la PC como terminal de acceso, necesitando la ayuda de un micrófono y bocinas. Inicialmente la calidad de voz no era la deseada lo cual afectó para que capturaran el mercado, aunque después se mejoraron los problemas de la calidad de servicio (QoS). Sin embargo, esto creó una barrera psicológica de usar una PC en lugar de un teléfono para llamadas telefónicas, ya que no competía en apariencia, percepción y comodidad.

Este tipo de acceso permite completar llamadas entre PC equipadas para realizar dicha función, así como llamadas entre una PC y un teléfono convencional. Actualmente se utiliza este tipo de acceso por usuarios para desvío de llamadas de larga distancia (*bypass*).

2.1.2 IP Phones. Teléfono a teléfono

Debido a la barrera psicológica que se generó con una PC, se vio la necesidad de desarrollar una terminal físicamente similar a un teléfono convencional, y se concretó en un teléfono IP, estos incorporan todos los componentes de hardware y software necesarios para establecer llamadas sobre una red IP utilizando VoIP, sin necesidad de instalar un *Gateway* para su conexión a la red IP, conectándose directamente.

La principal ventaja que estas unidades ofrecen, es en el entorno empresarial en donde los requerimientos de configuración y administración son mínimos, proporcionan mayor productividad a las personas que cuentan con una unidad en su escritorio; las unidades cuentan con una unidad gráfica de interfaces GUI (*Graphic user interface*), la cual hace más sencilla la utilización de funciones básicas y avanzadas, mucho más que en un teléfono convencional, la GUI está equipada con un display de cristal líquido LCD y posee una gama de funciones avanzadas según las aplicaciones a implementarse.

Los teléfonos IP pueden encontrarse en dos versiones, dependiendo del protocolo que utilicen, teléfonos IP H.323 o teléfonos IP SIP. Físicamente se conectan a través de un puerto *Ethernet* RJ-45 por lo tanto se puede utilizar la misma estructura de la red LAN existente, dando como resultado una integración de servicios y ahorro de inversión con lo referente a infraestructura física de cableado.

Al nivel de administración y configuración cuando es necesario trasladar la unidad de un lugar a otro, únicamente se desconecta y se conecta al punto de red de la nueva ubicación, sin necesidad de reconfiguración o cambio físico como en una PBX o de cableado telefónico, por lo tanto no se necesita un equipo de técnicos que realicen esta función obviamente con un impacto de costo y tiempo en beneficio del usuario final.

La desventaja de un teléfono IP hoy día es el costo, es más alto que una unidad convencional analógica o una unidad digital propietaria del fabricante de la PBX. Aunque esto es compensado con no tener que contar con un contrato de mantenimiento, administración y operación con el fabricante del *switch* o la PBX; además las funciones que ofrecen son enormes y esto los ha hecho muy populares, el mercado ha crecido con lo que se espera que pronto se obtengan mejores precios.

2.1.3 Media Gateway MG (Gateway VoIP).

La forma comercial más exitosa usada para acceder a una red VoIP es un *Media Gateway* MG (comúnmente llamado Gateway). Este provee conectividad e interoperabilidad entre los usuarios de la PSTN con sus unidades actuales con la red de datos IP. El *Media Gateway* es la pieza clave en el rompecabezas de acceso a VoIP, el MG realiza varias funciones, dentro de éstas las principales son:

- Compresión de Voz, cuando el MG detecta una llamada de voz, éste comprime la señal a través de un DSP (Procesador digital de señales) a uno de los muchos algoritmos que incluyen G.711, G.729A, G.723.1 o T.38/Fax.
- Conectividad, establece la conexión entre usuarios terminales intercambiando información de autenticación y establecimiento de llamada.
- Paquetización, MG proporciona la compresión de voz dentro de un formato sobre paquetes IP, el cual contiene información de direccionamiento y secuencias.
- IVR (*Interactive voice response*): MG puede proporcionar llamadas para información como número de cuenta, clave, etc.

- Digitalización: las llamadas telefónicas provenientes de una unidad analógica (teléfono convencional) son digitalizadas en un formato 64Kbps PCM.
- Administración de calidad de servicio: los *buffers* de *jitter* y los canceladores de eco, aseguran alta calidad en la transmisión de voz.

El MG puede ser una unidad independiente o integrada dentro del sistema *Softswitch*, al nivel de acceso los teléfonos análogos se conectan directamente al MG o a través de una PBX, siempre con la presencia de un MG instalando antes de la PBX.

El MG contiene tres elementos principales:

- Interface para el lado TDM (E1s, DS0s).
- Interface para la red IP (*Ethernet*).
- Procesador digital de señal DSP (*Digital signal process*), que proporciona la capacidad necesaria de señalización entre ambas interfaces.

En una arquitectura o solución *Softswitch* el MG es sólo parte de la solución, la proporción depende de la cantidad de inteligencia que pueda manejar, la tendencia es desarrollar menos inteligencia en el MG y más en el *Gatekeeper* o unidad de control. La clave de un MG para su aplicación es su escalabilidad, la densidad o cantidad de puertos que pueda proporcionar en un chasis, esto determina su clasificación en el mercado:

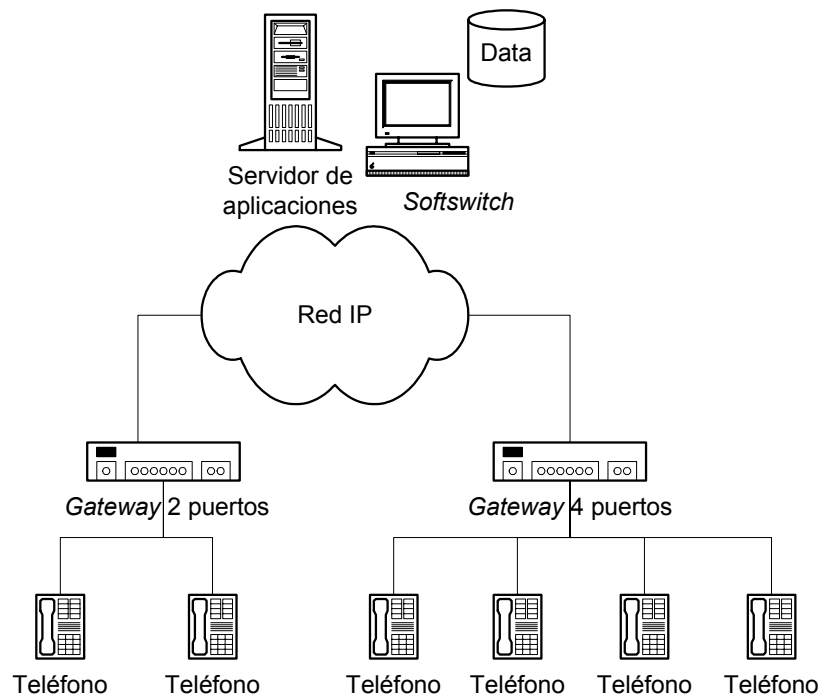
- *Gateway* Residencial SOHO (*Small office home office*).
- *Gateway* empresarial.
- *Gateway Carrier-Grade* (proveedor de servicios).

Tabla III. Gateway y sus mercados basados en la escalabilidad

<i>Gateway</i>	Escala
Residencial/SOHO	De 2 a 8 puertos, conectando un teléfono convencional a través un conector RJ-11.
Empresarial	Desde 2 puertos hasta múltiples E1s, conectándose a la PBX o directamente a los teléfonos convencionales.
<i>Carrier-grade</i>	Alta densidad, múltiples E1s del lado de las troncales y con capacidad de entregar de 3,000 en adelante DS0 en un sólo rack.

2.1.3.1 Gateway residencial/SOHO.

Figura 7. Gateway residencial/SOHO.



2.1.3.2 *Gateway empresarial*

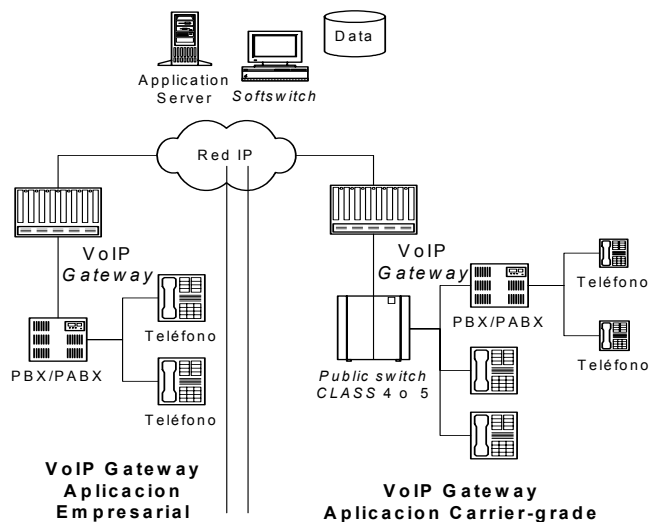
Se agrega a la red o infraestructura actual de la empresa para proveer conexión con una red VoIP, esto se realiza a través de la conexión del MG del lado de las troncales de la PBX, para que los usuarios a través de la conexión con la PBX mantengan los mismos teléfonos y servicios, haciendo la transición hacia VoIP transparente para el usuario.

Los MG empresariales regularmente poseen múltiples tarjetas para E1 en un mismo chasis que comunican con la PBX, mientras que la conexión troncal ahora en el MG es una interface *Ethernet* hacia un *router* si es que el MG no trae incluido ya funciones de direccionamiento. Esta estructura ofrece una protección de la inversión de la infraestructura PBX actual, además de la reducción o eliminación de gastos telefónicos entre oficinas

2.1.3.3 *Gateway Carrier-grade*

Las primeras aplicaciones de VoIP, desvío de llamadas internacionales (*bypass*), llamadas entre oficinas. El éxito de estas aplicaciones motivó la demanda de expansión de la densidad o capacidad del *Gateway* a un nivel *carrier grade*. Estos *gateways* necesitan proveer capacidades comparables con un *switch CLASS 4* o *CLASS 5* arriba de 100,00 DS0 en un mismo nodo, con una conexión troncal de un OC-3; así mismo, dentro de los requerimientos se encuentran los estándares de confiabilidad a un nivel de cinco9s (99.999%), así como los estándares de desempeño, desarrollo, calidad, seguridad, requeridos para una certificación del NEBS (*Networks equipment building standards*) que rige estos temas.

Figura 8. Gateway aplicaciones empresariales y *Carrier-grade*



2.2 Switching

Por mucho, la parte más compleja de una central de conmutación es el *software* que maneja el proceso de control de llamadas. *Softswitch* es una tecnología que permite el despunte de VoIP sobre la tecnología telefónica TDM tradicional, esto es debido al desarrollo e implementación de niveles de inteligencia para direccionar llamadas telefónicas a través de una red IP, concluyendo en una red basada en paquetes, distribuida, confiable, manejable y flexible.

La mayor barrera para implementación de una red basada en paquetes es que la red actual no puede manejarlos, por tal razón la solución ha sido la creación de un dispositivo híbrido que maneje tanto conmutación de paquetes como conmutación de circuitos, que cuente con la integración del adecuado *software* para control de llamadas. El enfoque actual ha sido separar físicamente el control de llamadas de la función de conmutación y conectar ambas a través de protocolos estandarizados. En términos de *Softswitch* esta función la realiza el *Media Gateway* MG, mientras que el control de llamadas reside en el controlador de *Media Gateway* MGC.

2.2.1 Controlador de llamadas

La inteligencia de la red está en la coordinación del proceso de control de llamadas, una vez establecida la llamada, el control de conexión asegura la comunicación hasta que la llamada es liberada por cualquiera de los terminales. Control de llamada y lógica de servicio se refieren a las funciones que procesan una llamada, reconocimiento de las partes usuarias, tono de llamada, interpretación de dígitos marcados, determinación de dónde debe terminarse la llamada, determinación de disponibilidad u ocupado, aceptación de llamada del usuario requerido y finalización; llevando un registro de todos los eventos para generar posteriormente la tarificación.

La parte de control de llamada se encarga del direccionamiento de mensajes de señalización entre redes, las señalizaciones coordinan tareas asociadas a la conexión entre terminales. Al establecer una llamada se utiliza un protocolo común que define el contenido de información de cada mensaje la cual es comprensible para ambas partes terminales, a través de redes diferentes. Para la señalización los protocolos predominantes son SIP (*Session initiation protocol*), SS7, H.323; mientras que para control de medios, el más usado es el MGCP (*Media gateway controller protocol*).

2.2.1.1 Gatekeeper GK (Call Server)

Es el centro de control para el procesamiento de la llamada H.323. Es un *software* que funciona sobre Windows NT, Solaris o UNIX. Pueden existir varios GK por razones de redundancia y compartir la carga de la red. El principal parámetro del GK es la cantidad de llamadas cruzadas en las horas pico, a dicho parámetro se le conoce como BHCA (*Busy hour call attempts*). Las funciones del GK son las siguientes:

- Traslación de direcciones; desde la dirección “alias” del terminal hacia la capa de enlace y transporte.
- Control de admisión: autoriza el acceso a la red mediante mensajes ARQ/ACF/ARJ.
- Control de ancho de banda.
- Señalización de control de llamadas, autorización o rechazo de llamadas.
- Servicios de directorios, reservación de ancho de banda.

2.2.1.2 Media Gateway Controller MGC

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

- Control de llamada (asimilable al punto de conmutación en SS7)
- Identificación del tráfico H.323 y aplicación de políticas apropiadas.
- Limita el tráfico H.323 sobre la LAN y WAN.
- Entrega de archivos CDR (*Call detail records*) para facturación.
- Realiza la interfaz con IN (*Intelligent network*).
- Inserta calidad de servicio e implementa seguridad.

Los MGC pueden colocarse en configuración denominada *Failover*, para protección ante fallas, los MG (*Media Gateways*) son controlados por el MGC mediante el protocolo SGCP (*Simple gateway control protocol*) o por la nueva generación MGCP (*Media gateway control protocol*). Como protocolo de señalización hacia la PSTN se utiliza la parte ISUP/TCAP de la señalización SS7 o el R2 para centrales sin SS7.

2.2.2 Signaling Gateway

La señalización de *Gateway* es usada para terminar enlaces de señalización de la PSTN o de otros (VoIP) a los puntos de señalización. La señalización de *Gateway* provista por SS7 sirve como protocolo mediador entre la PSTN y la red IP. Es decir, cuando una llamada la origina una terminal IP usando H.323 como protocolo de VoIP y debe ser terminada en un teléfono de la red PSTN, una traslación entre H.323 a SS7 es necesaria para completar la llamada. Físicamente la función de señalización de *Gateway* es incluida directamente dentro del MGC.

2.2.3 Transporte de señalización SIGTRAN

La señalización SS7 es crítica para el funcionamiento de una llamada telefónica, una red VoIP interopera con la red SS7 a través de un mecanismo denominado *Signaling Transport (SIGTRAN)*, el cual facilita el transporte de los subprotocolos de SS7 sobre una red IP.

El transporte de señalización (SIGTRAN) es definido por IETF; está diseñado para ser el protocolo de control entre el *gateway* de señalización (para terminar la señalización asociada con un circuito PSTN) y los MGC (Media gateway controller). La funcionalidad del SigTran también permite retransmitir mensajes de señalización SS7 a través de una red IP a la terminación de PSTN en ambos extremos.

SigTran se manifiesta generalmente como un controlador del *gateway* de señalización (*Signaling gateway*). Estos dispositivos proporcionan una comunicación directa entre la red SS7 y la red VoIP. SigTran es importante para asegurar interoperabilidad permitiendo que las redes heterogéneas funcionen, permitiendo un flujo extremo a extremo cuando las llamadas terminan en la red tradicional y deben pasar por la red IP (PSTN-VoIP-PSTN).

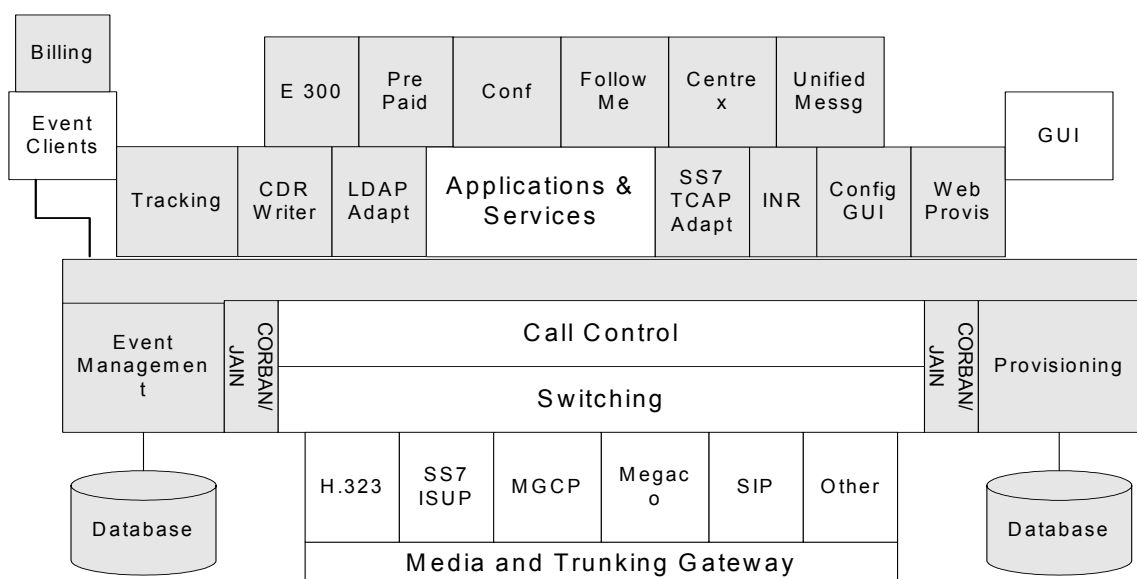
2.2.4 Servidor de aplicaciones

El servidor de aplicaciones aloja los servicios y características funcionales del sistema, físicamente un servidor de aplicaciones es un servidor cargado con una plataforma de *software* que ofrece programas de aplicaciones. La solución *Softswitch* enfatiza los beneficios de los estándares abiertos, opuesto a las soluciones propietarias CLASS 4 y 5. Esto tiene como objetivo

- Independenci de un único fabricante.
- Desarrollo rápido de aplicaciones.
- Costo de integración de aplicaciones reducido.

Las características funcionales residen en la capa de aplicaciones, en la arquitectura *Softswitch* la conexión entre la capa de control de llamadas y las aplicaciones la realizan a través de interfaces de programas de aplicaciones APIs (*Application Program Interfaces*).

Figura 9. Arquitectura *Softswitch* detallando la capa de aplicaciones así como API



2.2.5 API (interfaces de programas de aplicaciones)

Como se indicó, la interface entre el proceso de control de llamadas y las aplicaciones propiamente dichas, la realizan las API, permitiendo el desarrollo de servicios que son creados, administrados y habilitados sin requerimientos adicionales o actualizaciones de infraestructura del *switch* (*SoftSwitch*). Los estándares abiertos incluyen APIs como Parlay, JAIN (*Java Advanced Intelligent Network*), CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), las cuales se describen a continuación:

- Parlay: es una plataforma para tecnologías basadas en Java, para integración, desarrollo e implementación de aplicaciones empresariales. Enfoca a escala empresarial la integración de aplicaciones de diferentes tipos, dirigido a formar un ambiente amigable a los clientes.
- JAIN: la mayoría, pero no todos los *Softswitches* son provistos con servidores *Sun Microsystems*, JAIN es la API que seleccionó *Sun*. JAIN es un conjunto de API basados en Java que permite el rápido desarrollo de aplicaciones en dicha plataforma, los servicios creados con JAIN ofrecen portabilidad de servicios, convergencia de redes, seguridad en el acceso a las redes.
- CORBA: es el estándar de *Object Management Group*, una compañía desarrolladora de *software*, CORBA constituye una infraestructura independiente que utiliza aplicaciones de computadoras personales para trabajar sobre PC. Utiliza el protocolo IIOP (*Internet Inter-ORB Protocol*), un programa basado en CORBA de cualquier vendedor interopera sin problemas con casi cualquier otra PC, sistema operativo o lenguaje de programación.

2.3 Protocolos relacionados con VoIP

La revolución *Softswitch* fue posible por el surgimiento de la transmisión de voz sobre datos, mas específicamente de voz sobre IP (VoIP). Al inicio el objetivo de la tecnología estaba orientado a la búsqueda de reducción de costos en servicios de telecomunicaciones, enfocado al mercado empresarial, se comenzó usando para desvío de llamadas a través de la red IP (*Bypass*), al inicio sin estándares claramente establecidos, razón por la cual varias compañías lanzaron sus estándares independientes.

Durante todo un proceso de desarrollo e implementación de soluciones VoIP, se ha ido determinado cuales son los protocolos se deben utilizar y en qué escenarios, dependiendo de las aplicaciones que se implementarán.

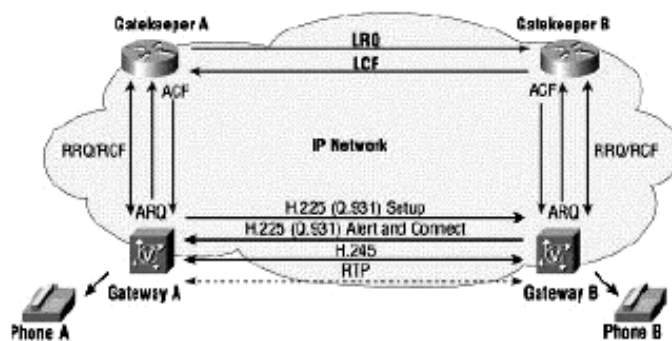
2.3.1 Protocolo H.323

Es un protocolo normado por la ITU-T, data de 1996(versión 1) y han sido generados para sistemas de comunicación multimedia sobre una red LAN basada en paquetes, redes que pueden no garantizar correctamente la calidad de servicios QoS (*Quality of Service*). Esta tecnología permite la transmisión en tiempo real de vídeo y audio por la red de paquetes.

Es un protocolo de suma importancia, ya que los primeros servicios de voz VoIP utilizan esta norma. En la versión 1 se disponía de un servicio con QoS no garantizado, en la versión 2 (1998) se definió la aplicación VoIP independiente de los multimedia, mejorando esta condición, actualmente es el protocolo más extensamente utilizado para señalización y control de llamadas, actualmente sobre él están instaladas aplicaciones domésticas y empresariales cursando billones de minutos por año. H.323 es considerado como “un protocolo de umbral”, y se compone de varios subprotocolos para realizar sus funciones:

- H.225: para los mensajes de señalización de llamada que permiten establecer la conexión y desconexión. Este protocolo describe cómo funciona el protocolo RAS y Q.931. H225 define cómo identificar cada tipo de codificador y discute algunos conflictos y redundancias entre RTCP (*Real time control protocol*) y H.245.
- Q.931: este protocolo es definido originalmente para señalización en accesos ISDN básico BRI (*Basic rate interface*). Se utiliza para señalización de llamada en la red IP (desde el MG hacia el terminal). Es equivalente al ISUP utilizado desde el GW hacia la red PSTN.
- RAS (*Registration, admission and status*): utiliza mensajes H.225 para la comunicación entre terminal y GK. Sirve para registro, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión.
- H.245: este protocolo de señalización transporta la información no telefónica durante la conexión. Es utilizado para comandos generales, indicaciones, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc. Se usa en las interfaces terminal a terminal y terminal a GK. H.245 es una librería de mensajes con sintaxis del tipo ASN.1. En particular codifica los dígitos DTMF (*Dual tone multifrequency*).
- H.235: provee una mejora sobre H.323 mediante el agregado de servicios de seguridad como autenticación y privacidad (criptografía). H.235 trabaja soportado en H.245 como capa de transporte.

Figura 10. Red H.323



Fuente: Cisco Systems

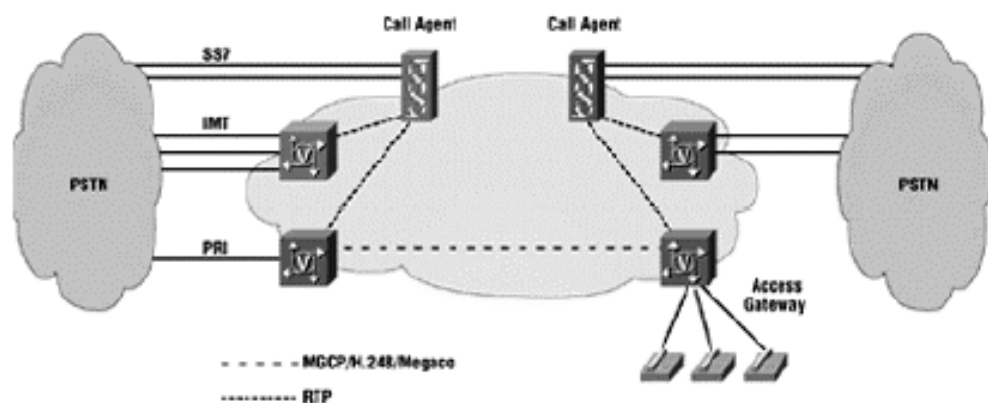
2.3.2 Protocolo MGCP (*Media gateway control protocol*)

Es un protocolo que soporta un control de señalización de llamada escalable. El control de QoS se integra en el MG o en el MGC/controlador de llamadas, este protocolo tiene su origen en el SGCP (de Cisco y BellCore) e IPDC. Está normado por la IETF (*Internet Engineering Task Force*) en su referencia RFC-2705 de octubre de 1999.

MGCP es un protocolo que permite comunicar al *media gateway controller* (también conocido como *Call Agent*) con los MG de telefonía (hacia PSTN o PBX). Es un tipo de protocolo maestro/esclavo donde el MGC (*Call agent*) informa de las acciones a seguir al MG, los mensajes del MGCP viajan sobre VoIP por la misma red de transporte de IP.

El formato de trabajo genera inteligencia externa a la red, donde dicha red conmutación está formada por *routers* de la red IP, el MG sólo realiza funciones de conversión vocal y genera un camino RTP (*Real Time Protocol*) entre extremos, la sesión MGCP puede ser punto a punto o multipunto. El MGCP entrega al MG la dirección IP, el puerto UDP y los perfiles de PSTN, siguiendo los lineamientos del protocolo SDP (*Session description protocol*).

Figura 11. Red MGCP



Fuente: Cisco Systems

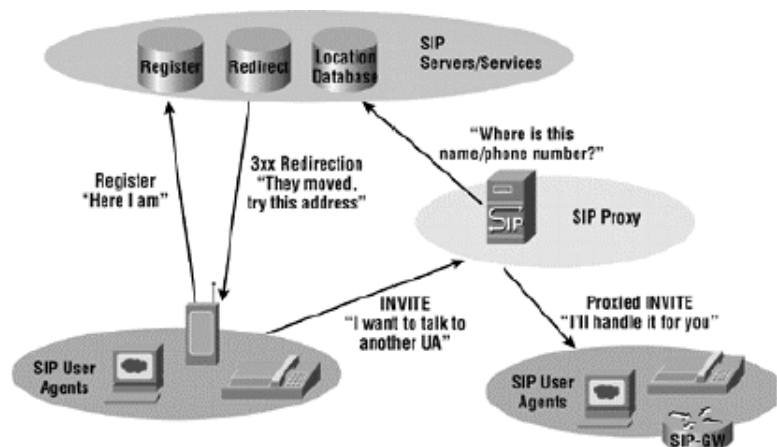
2.3.3 Protocolo SIP (*Session initiation protocol*)

Es un protocolo normado por la IETF, SIP se aplica para sesiones punto a punto *unicast*, puede ser usado para enviar una invitación a participar en una conferencia multicast. Utiliza el modelo cliente-servidor y se adapta para las aplicaciones de VoIP. El servidor SIP puede actuar en modo *Proxy* o *Redirect* (direcciona el requerimiento de llamada a un server apropiado).

SIP es un protocolo más simple que H.323 y está basado en HTTP. Siempre es necesario recordar que H.323 es una cobertura para muchas aplicaciones. En H.323 se usa un GK, mientras que en SIP se usa el SIP Server, el cual tiene mejores aspectos de escalabilidad para redes grandes. En H.323 para redes grandes se recurre a definir zonas de influencia y colocar varios GK, así mismo para la interoperación de protocolos se requiere un MG de acceso que realice la conversión.

SIP es un protocolo basado en texto y con mensajes basados en HTTP. La dirección usada en SIP se basa en un localizador URL (*Uniform resource locater*) con formato: SIP:usuarion@192.190.132.31 o mediante el dominio *Domain*: usac.com.gt, de forma que SIP integra su servicio a internet, en este modelo se integra un *server* de resolución de dominio DNS (*Domain name server*).

Figura 12. Red SIP



Fuente: Cisco System

SIP sólo define cómo las sesiones son establecidas y liberadas y para el manejo utiliza los lineamientos del protocolo SDP

2.3.4 Protocolo SDP (*Session description protocol*).

SDP se utiliza para describir la sesión y trabaja sobre los protocolos SIP y MGCP. La descripción incluye el nombre, periodo de tiempo, tipo de medio (vídeo, audio, etc.) protocolo de transporte y número de puerto UDP: información de ancho de banda, etc.

Se utiliza en aplicaciones multicast Mbone (*Multicast Backbone*). Se encarga de las sesiones en conferencia para comunicar direcciones e informaciones específicas para participar de la misma. El uso de un site de tipo Mbone permite simplificar el proceso a conocer la dirección multicast IP y el puerto UDP. Es un protocolo de sesión que puede trabajar con cualquier protocolo de transporte, SAP, RTSP o protocolos HTTP.

2.3.5 Protocolo BICC (*Bearer independ call control*)

BICC es un protocolo reciente, usado para conexiones entre terminales MG a MG. Provee un recurso para soportar servicios ISDN de bajo ancho de banda a través de una red de *backbone* de alto ancho de banda sin impactar las interfaces ISDN existentes y servicios extremo a extremo, este protocolo de señalización de control de llamadas está basado sobre ISUP de SS7.

Tabla IV. Detalle comparativo de protocolos VoIP

	H.323	SIP	MGCP
Normado por	ITU	IETF	IETF
Arquitectura	Distribuida	Distribuida	Centralizada
Actual versión	H.323v4	RFC2543-bis07	MGCP 1.0
Control de llamada	<i>Gatekeeper</i>	<i>Proxy/Redirect Server</i>	<i>Call Agent/MGC</i>
Terminales	MG, terminal IP	User Agent	MG
Señalización/transporte	TCP o UDP	TCP o UDP	MGCP-UDP
Capacidad multimedia	Sí	Sí	Sí
DTMF- retransmisión	H.245	RFC 2833	RFC2833
Fax-retransmision	T.38	T.38	T.38

Fuente: Internacional Engineering Consortium

2.4 Transporte

Es el responsable de la interconexión de todos los *switches* en la red. Básicamente hoy en día se utilizan 3 tipos de transporte: ATM, TDM e IP. De los dos primeros ya se dieron las consideraciones generales en la descripción de la red actual PSTN, ahora se abordará la tercer opción de una red de transporte totalmente sobre IP.

2.4.1 Red IP, hacia una red convergente

VoIP y la tecnología *Softswitch* crecieron debido a la necesidad económica de los operadores de larga distancia IXC's de reducir al mínimo los costos del medio de transmisión, esto se ha logrado a través de redes IP. El desarrollo de *Softswitch* y VoIP se puede resumir en: una concepción de una red IP al nivel de transporte, luego los proveedores de servicios necesitaron inteligencia que pudieran controlar las llamadas sobre IP (GK y MGC), adicionalmente necesitaron una interface entre SS7 e IP a través de un dispositivo híbrido (MG) y entonces tuvieron el control sobre el proceso completo de la transmisión de aplicaciones de voz sobre red basada en paquetes (IP).

¿Por qué se seleccionó IP? Esto es debido a que IP está disponible casi en cualquier lugar, IP creció siendo el protocolo dominante de la red de redes “Internet”.

Instalar y operar dos redes diferentes resulta ineficiente, sin mencionar los costos, planteando una red convergente de voz y datos se tiene las ventajas:

- Bajo costo de equipo.
- Integración de aplicaciones de voz y datos.
- Bajo requerimiento de ancho de banda.
- Extensa disponibilidad de redes IP.

Al contrario de instalar y operar varias redes, como actualmente funcionan muchos operadores de servicios con redes: TDM, *frame relay*, ATM, IP, ISDN, DSL *Wireless*, red X.25, cada una de las cuales necesitan por separado instalación, operación, mantenimiento, configuración, centros de monitoreo, etc.

Hoy en día cada empresa ya utiliza TCP/IP, cada PC soporta IP. El protocolo IP es usado en redes LAN y WAN, acceso a Internet *dial-up*, *Web Wireless*. Esto resulta en mayores oportunidades de enlazar los sistemas y unir las redes a través de una combinación de infraestructura IP, tanto pública como privada.

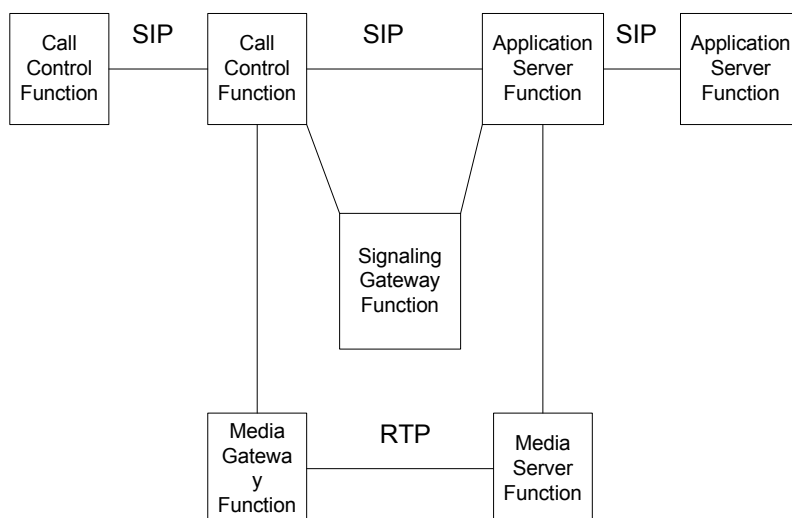
La anticipación de muchas aplicaciones o servicios basados en IP, hizo que los proveedores de servicios invirtieran en *backbone* IP a finales de los años 90. Desgraciadamente los niveles anticipados de demanda no han sido los esperados, dando como resultado en algunos casos una sobredimensionada infraestructura, que esta lista para convertirse en la red de nueva generación que se espera que sea desarrollada dentro de algunos años, de acuerdo a las estrategias y planificaciones de los operadores.

3. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN *SOFTSWITCH*

3.1 Arquitectura para habilitación de servicios

Se muestra la arquitectura desde un plano funcional de la “nueva generación” de redes de telefonía basada en paquetes. Así mismo se describen las funciones de cada bloque o entidad.

Figura 13. Arquitectura *Softswitch* para habilitación de servicios avanzados



Fuente: ISC Consortium

La introducción de un servidor de aplicaciones a la arquitectura de paquetes, proporciona una plataforma específicamente diseñada para la habilitación de servicios avanzados o mejorados (*Enhanced*). SIP es el protocolo estandarizado que se utiliza para la comunicación entre el control de llamadas y la ejecución de aplicaciones, la habilitación de servicios nuevos o específicos se alcanza con el mínimo o incluso sin impacto a la infraestructura de la solución.

Tabla V. Función de las entidades en una arquitectura softswitch

Función	Descripción
<i>Call control function</i>	Proporciona el control de conexión, traslado y ruteo, administración del <i>Gateway</i> , control de llamadas, administración de ancho de banda, señalización, seguridad y un detalle de los registros de llamadas.
<i>Media Gateway function</i>	Proporciona la conversión entre la red de conmutación de circuitos y la red de paquetes (IP o ATM), incluyendo compresión de voz, cancelación de eco, envío de fax y detección de dígitos.
<i>Signaling Gateway function</i>	Proporciona la conversión entre la señalización SS7 y la red de paquetes, incluyendo protocolos como ISUP y TCAP.
<i>Application server function</i>	Proporciona la ejecución y administración de los servicios avanzados, manejando las interfaces de señalización junto con el control de llamadas. También proporciona API para la creación y desarrollo de servicios.
<i>Media server function</i>	Proporciona servicios especializados (IVR, conferencia, facsímil, reconocimiento de voz, etc.) y maneja la interface de comunicación con el <i>Media Gateway</i> .

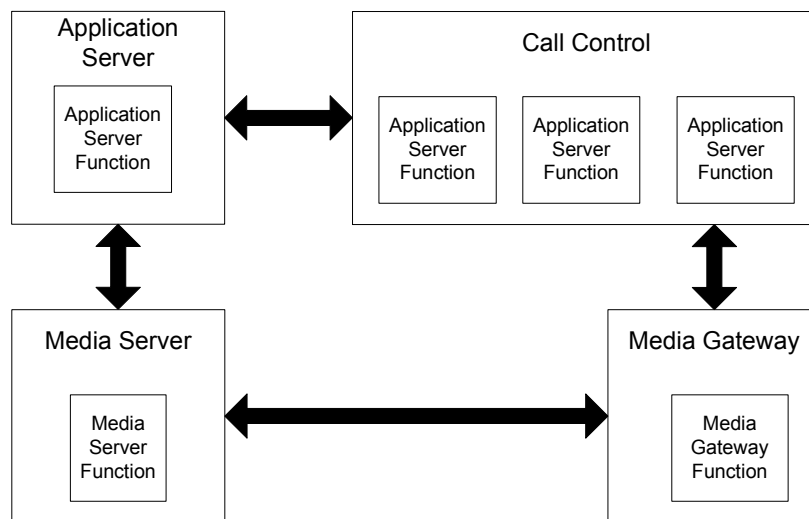
Fuente: ISC Consortium

Los servicios avanzados residen en el servidor de aplicaciones, el cual provee un ambiente para la ejecución, manejo, y creación de dichas aplicaciones o servicios. Para soportar servicios convergentes, un servidor de aplicaciones utiliza protocolos y APIs para esta tarea, habilitando funciones como correo electrónico, mensajes instantáneos, acceso a Web, etc.

3.1.1 Arquitectura física

3.1.1.1 Arquitectura Centralizada

Figura 14. Solución *Softswitch* bajo una arquitectura centralizada

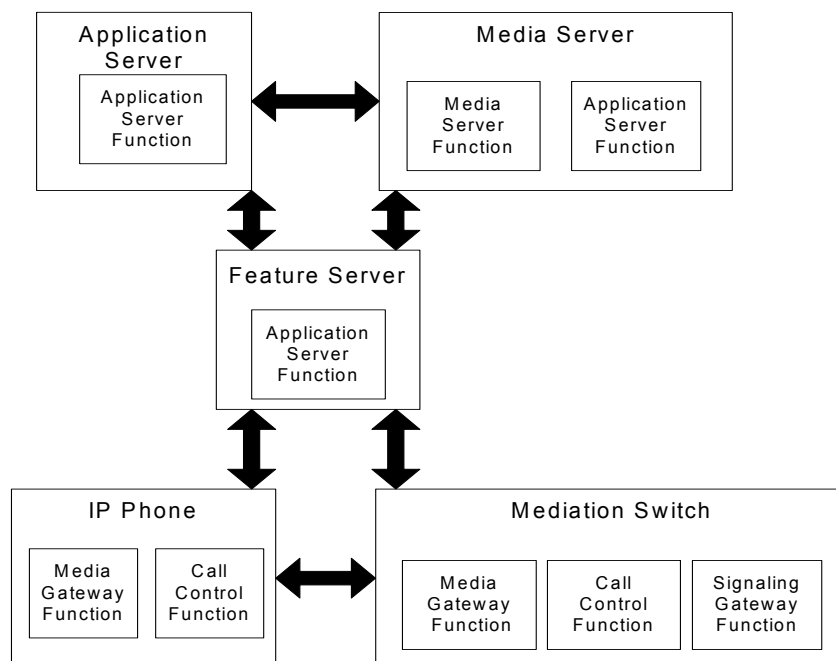


Fuente ISC Consortium.

Un *Softswitch* en esta arquitectura proporciona control de llamadas, señalización y funciones para aplicaciones básicas. El servidor de aplicaciones proporciona servicios estándar y algunas otras como llamada en espera, identificación de llamadas. El *Media Gateway* proporciona una interface con la red conmutada y la red de paquetes. El servidor de aplicaciones y el media server, se conecta directamente en esta arquitectura. Esta solución puede comunicarse con otros servidores de aplicaciones y *softswitches* usando SIP.

3.1.1.2 Arquitectura distribuida

Figura 15. Solución *Softswitch* bajo una arquitectura distribuida



Fuente: ISC Consortium

La mediación de conmutación (*mediation switch*) funciona como un protocolo convertidor entre la conmutación de circuitos y la red de paquetes, proporcionando funciones de *media Gateway*, señalización de *Gateway* y funciones de control de llamadas básicas. La funcionalidad inteligente se alcanza en la misma proporción en un *IP Phone*, *Gateway* empresarial, *Gateway carrier-grade*, a través de la utilización de SIP como interface entre el control de llamada y la entidad de servicios.

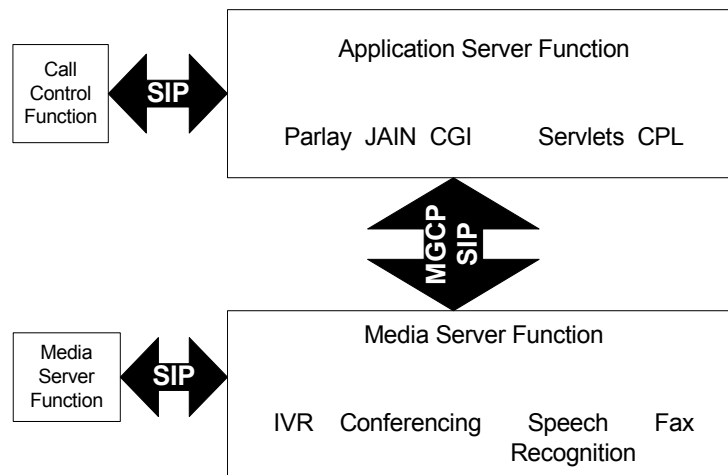
En esta arquitectura un servidor de servicios (*Features service*) es utilizado para proporcionar servicios al nivel de ruteo entre las entidades de control de llamadas y de servicios. El servidor de aplicaciones puede proporcionar los servicios basado en las rutas de señalización, mientras que el media server lo hace basándose en el medio.

3.1.1.3 Interface entre control de llamada y la capa de servicios

SIP es utilizado como la interface entre el control de llamada y el servidor de aplicaciones, proporcionando los servicios de establecimiento, liberación y administración de las sesiones entre terminales. SIP es utilizado para la señalización, mientras que RTP (*Real time protocol*) es usado para el transporte, SIP envía la información necesaria para establecer la comunicación vía RTP entre las terminales.

Cuando se utiliza en conjunto con un media server, el servidor de aplicaciones proporciona un set de servicios avanzados, a través de SIP se ofrece accesos multimedia proporcionando el soporte para este tipo de servicios más complejos, como unificación de mensajes, conferencias, utilización de tarjetas prepago/débito y aplicación tipo *Call Center*.

Figura 16. Interface entre servidor de aplicaciones y media server



El control de llamada determina cuándo una llamada debe ser entregada al servidor de aplicaciones para un procesamiento de servicios avanzado. El detonante puede ser la parte emisora, la parte receptora (destino), u otro mecanismo. El controlador de llamada determina la dirección y el servidor de aplicaciones basado en el detonante envía la llamada al servidor de aplicaciones apropiado.

Al recibir una llamada el servidor de aplicaciones invoca el correspondiente servicio avanzado, luego se puede realizar una de las acciones que se detallan:

Tabla VI. Flujo de control SIP

Función SIP	Descripción
Redirección	Redirecciona la llamada enviando una nueva dirección de destino al control de llamada. Este mecanismo puede ser utilizado para implementar transporte y servicios orientados en ruteo.
Aceptación y transferencia	Asigna un recurso de medio para un <i>Media Server</i> y ordena al control de llamada conectar la con dirección del medio destino. Después de que el usuario interactúa con el recurso asignado el proceso puede ser completado, así mismo la aplicación puede transferir la llamada a un nuevo destino y/o liberarla. Este mecanismo puede ser utilizado para implementar servicios orientados al medio, como tarjetas de llamada, almacenamiento de faxes, desvío de llamada.
Proxy	Envía una llamada de retorno a través del control de llamada. Esto permite a la aplicación el monitoreo subsecuente de los eventos. Este mecanismo puede ser utilizado para implementar servicios orientados a eventos como tarjeta de llamada y servicios con límite de tiempo.

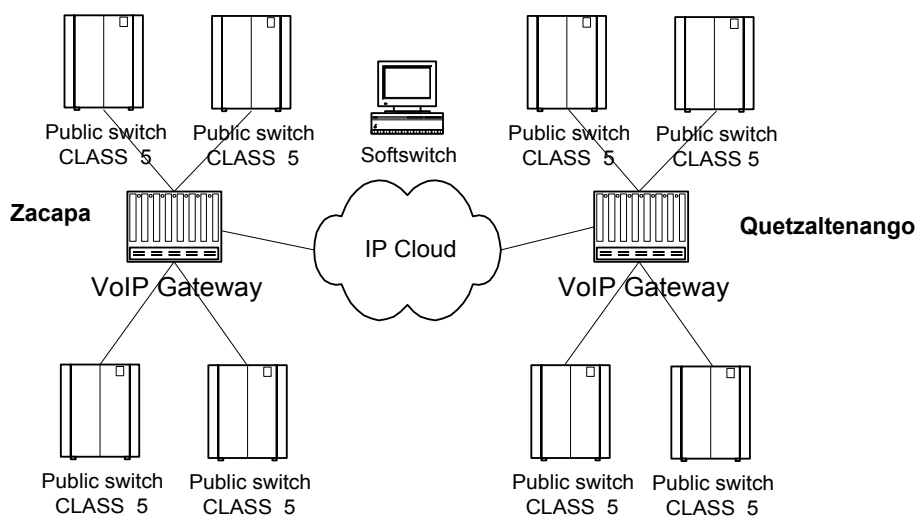
Fuente ISC.

Adicionalmente al proceso indicado, el servidor de aplicaciones puede iniciar una llamada basada en otro tipo de entrada, como una acción Web, email, notificación de presencia de mensaje instantáneo. Esto permite que un servidor de aplicaciones pueda soportar y controlar una llamada de tres componentes (*third-party*) y de igual forma que en la entrada el servidor de aplicaciones puede proporcionar una interface al usuario vía Web, email, etc. Esto proporciona una herramienta enorme para habilitación de nuevos y avanzados servicios.

3.2 Aplicaciones tecnología Softswitch

3.2.1 Sustitución de *Switch CLASS 4* por Softswitch

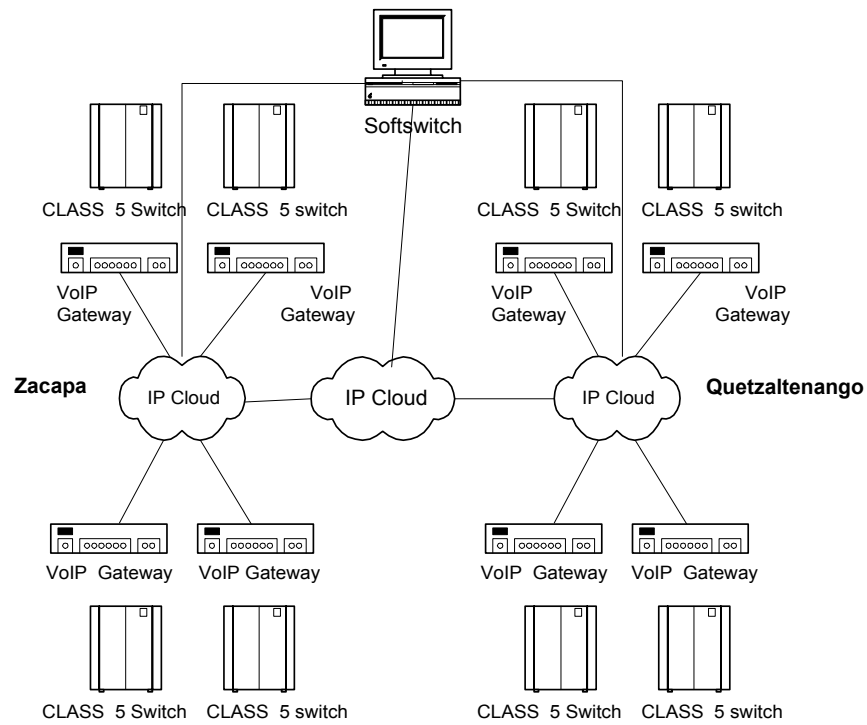
Figura 17. VoIP Gateway como sustitución de CLASS 4



La sustitución en la red tradicional del *switch CLASS 4* para aplicaciones de larga distancia, en donde el tráfico ahora es manejado por un *VoIP Gateway* para el empaquetado y direccionamiento sobre la red IP. Esta aplicación inicialmente se implementó para el desvío de llamadas internacionales (*bypass*), los operadores de larga distancia que lo utilizan son relativamente más competitivos que los “*big tree*” IXC (*Inter-Exchange carriers*).

Esta solución puede tener un mayor alcance con la inclusión de un *VoIP Gateway* junto a cada *switch CLASS 5*. A los operadores esto les dará la ventaja de eliminar los *backhaul*, es decir el costo del *interswitch* para transporte. Esta configuración puede ser utilizada especialmente en enlaces rurales o comunidades especiales de alta retribución, utilizando *VoIP Gateway* de menor capacidades (SOHO o empresariales).

Figura 18. Instalación de VoIP Gateway a cada Switch CLASS 5

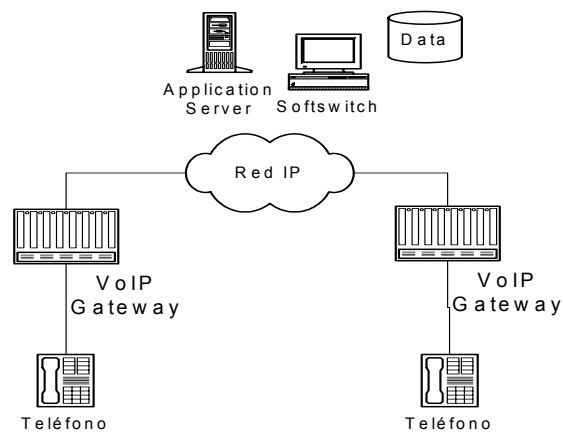


En este escenario, la central *office* puede ser una PBX. Ya sea configurada con un VoIP Gateway interno o externo, el cual puede resultar con mejores costos efectivos que una arquitectura centralizada TDM. Esto puede ser especialmente favorable para los ISP (*Internet service provider*), que desean recuperar sus inversiones en la infraestructura IP, aprovechando sus redes e implementar servicios de larga distancia. Esto se alcanza con la instalación de un media Gateway de baja capacidad a la central *office* y del lado de las troncales del media Gateway la conexión a su red IP existente.

3.2.2 Sustitución de Switch CLASS 5 por Softswitch

El siguiente nivel en el desarrollo de las soluciones *softswitch* corresponde a la sustitución de los *switches* CLASS 5. Esta exigente prueba demuestra la habilidad de un *softswitch* como solución disruptiva (amenaza) de las actuales infraestructuras. La sustitución de un CLASS 5 por un *Softswitch* el cual no tiene un costo de decenas de millones de dólares como el *switch* CLASS 5, además no requiere una arquitectura centralizada ni costosas *central offices*, el resultado es una real competencia como mercado entrante o emergente. Más adelante se realizarán las evaluaciones comparativas al nivel de escalabilidad, confiabilidad, calidad de servicios para demostrar el cumplimiento de todos los requerimientos de una solución tradicional.

Figura 19. Reemplazo de Switch CLASS 5 por un Softswitch

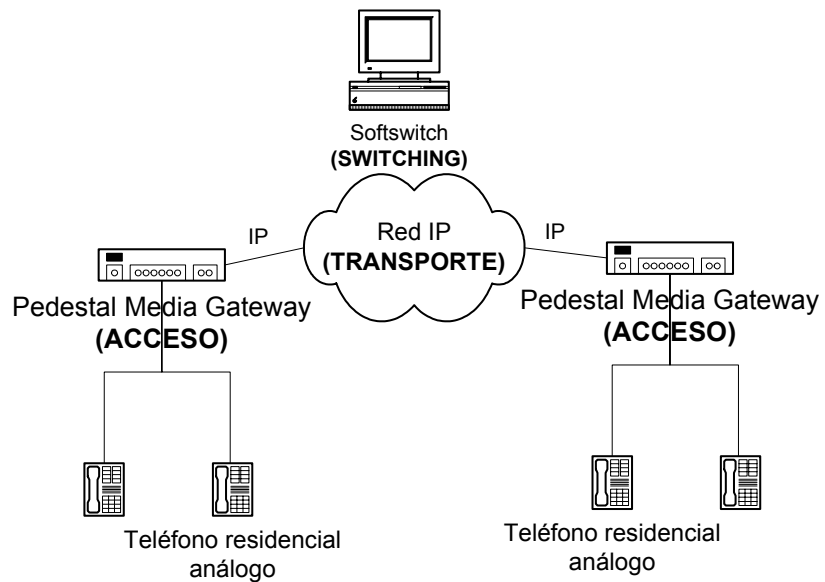


3.2.3 Softswitch como *switch* de acceso

Las aplicaciones como *switch* de acceso proporcionan una solución de nueva generación de *Switches* de acceso, usando NGDLC (*Next-Generation digital loop carrier*) utilizando en el rol de acceso un *Media Gateway*, proporcionando procesamiento de llamadas, tarificación, administración y servicios de señalización al proveedor de servicios.

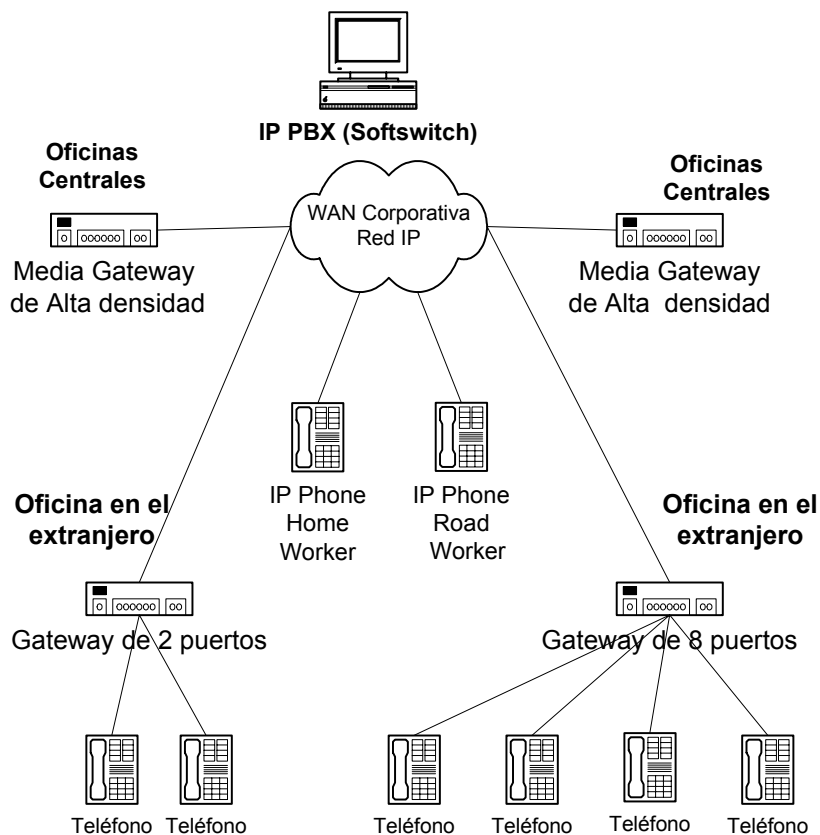
A esta escala, puede resultar interesante y muy rentable como alternativa de servicios para proveedores de servicios alternos como compañías de cable, compañías eléctricas, *wireless* ISP. Al adquirir o implementar esta solución, ubicándola en cualquier parte de sus infraestructuras, para la venta de servicios de voz como valor agregado a sus redes (servicios), esto representa una seria competencia con los ILEC.

Figura 20. Solución *softswitch* como *switch* de acceso, *media gateway* en un pedestal



La escalabilidad de las soluciones *Softswitch* hacen que se consideren seriamente modelos de migración en el ámbito corporativo. IP PBX es un ejemplo de una solución en arquitectura *Softswitch* para implementarse sobre una LAN o WAN corporativa.

Figura 21. Solución *Softswitch* a escala corporativa, sustitución de CLASS 4 y 5



3.2.4 Servicios de nueva generación

3.2.4.1 Suministro por WEB

La única característica funcional (servicio) que no ofrece un Switch CLASS 4 ó 5 es el suministro a través de Web. Esto permite a los usuarios tener acceso a sus propias aplicaciones a través de un sitio Web. Otros servicios diferenciadores son *Voice mail*, *Voice mail browsing*, click to dial en una PC. Gracias a la utilización de VMXL (Voice XML) para programación de las aplicaciones, un nuevo servicio puede ser compuesto en cualquier lugar desde 20 minutos a unos días.

3.2.4.2 Conexión Web a través de activación de voz

Muchos operadores de celulares ya ofrecen marcación activada por voz. Esta tecnología puede alcanzar un nivel mayor cuando una interface o conexión a la Web se alcanza por activación de voz. En vez de necesitar una PC para conectarse a un sitio *Web* o correo electrónico, el usuario puede acceder a estos recursos a través de instrucciones de voz vía su aparato telefónico, obteniendo como respuesta en su unidad, noticias, correos, estado del tiempo, etc.

3.2.4.3 Call Center de Internet

El acceso a centros de atención a clientes a través de Internet está emergiendo como una valiosa herramienta a las aplicaciones de comercio electrónico. Esto permite que el cliente con dudas sobre un producto o servicios tenga acceso a ayuda en línea.

3.3 Evaluación comparativa de estándares, Softswitch y PSTN.

3.3.1 Confiabilidad

Una recurrente objeción de VoIP y la Tecnología *Softswitch* ha sido la enorme percepción que no puede alcanzar 99.999% de confiabilidad tal como lo proveen los *Switches CLASS 4 ó 5*. En la realidad esto no es así, la solución *Softswitch* es igual de confiable que una solución CLASS, una red bajo arquitectura *Softswitch* es potencialmente más confiable.

La industria no acepta tan fácilmente competencia en este sentido, en la tabla se muestran los estándares sobre la base de la especificación que Telcordia utiliza bajo la norma GR-110-CORE, la cual define las métricas de confiabilidad aplicables a conmutación de circuitos y a redes de conmutación de paquetes.

Tabla VII. Especificaciones GR-1110-CORE

GR-1110-CORE Parámetros de confiabilidad	Descripción.	Downtime (minutos/año)
<i>Core system downtime</i>	Expectativa del tiempo promedio anual que el sistema puede estar en modo de falla (debido a falla en <i>hardware</i> u OA&M) que afectan a la totalidad de los servicios.	0.4
<i>Individual port interface downtime</i>	Expectativa del tiempo promedio anual que el sistema puede estar en modo de falla que afecta una interface (DS-1, DS-3).	12
<i>Multi-interface downtime</i>	Expectativa del tiempo promedio anual que el sistema puede estar en modo de falla que afecta dos o más interface o tarjetas (DS-1, DS-3).	1.2

Fuente: Softswitch Architecture for VoIP. Franklin Ohrmat

La tecnología *Softswitch* utiliza muchos de los mecanismos que usan los CLASS 4 y CLASS 5, para alcanzar cinco 9, como redundancia, tolerancia a fallas, y desarrollo de equipo bajo certificación de estándares NEBS. Debido a la reducción de costos en equipos de cómputo, *Softswitch* tiene más opciones de superar su confiabilidad y mantener un costo competitivo con el mercado tradicional.

Tabla VIII. Comparación de confiabilidad de productos Softswitch y CLASS 4

Producto	DS0/rack	BHCA	Confiabilidad	NEBS3	Precio DS0
Nortel DMS-250(CLASS4)	2,688	800,000	99.999	SI	\$100
Lucent 4ESS(CLASS 4)	2,688	700,00	99.999	SI	\$100
Convergent ICS2000(Softswitch)	108,864	1,500,000	99.9994	SI	\$25
SONUS GSX9000(Softswitch)	24,000	2,000,000	99.999	SI	\$25
Nuera Nu-Tandem (Softswitch).	6,120	480,000	99.999	SI	\$75

Fuente: Softswitch architecture for VoIP. Ohrmat Franklin

Una arquitectura distribuida puede también mejorar la confiabilidad de una solución *Softswitch*. Con una arquitectura distribuida no hay SPOF (*Single Point Of Failure*) en la red. Cualquier unidad redundante distribuida en la red puede tomar el lugar de cualquier componente principal que haya fallado.

3.3.2 Escalabilidad

Escalabilidad es un requerimiento esencial para que una solución *Softswitch* pueda ser técnicamente y económicamente viable, para la sustitución en las actuales infraestructuras.

Para un alto nivel, la escalabilidad es definida como la habilidad para crecer o elevar su capacidad de la plataforma sin costos adicionales o modificación, así mismo la posibilidad de expandir la capacidad del sistema mas allá de los requerimientos actuales. La escalabilidad proporcionada por una solución *Softswitch* puede clasificarse en dos categorías:

1. Escalabilidad vertical.
2. Escalabilidad horizontal.

En la dimensión vertical, la escalabilidad se refiere a un sólo nodo. Constituye la capacidad del sistema de aceptar mas líneas troncales terminales, crecimiento del procesamiento de llamadas, manteniendo todo el subsistema al nivel de infraestructura.

En la dimensión horizontal, se refiere a la capacidad para distribuir los *Media Gateway*, *Signaling Gateway* y MGC (*Media gateways controller*) de diferentes formas o agrupaciones con el objetivo de optimizar el desarrollo de una red en particular; es decir, la capacidad de un *softswitch* de ser escalable y flexible, proporcionando valor agregado a los operadores de servicios.

La escalabilidad es un aspecto muy importante con relación al alcance y perspectivas, tanto a un alto nivel, crecimiento máximo, como del manejo de bajas densidades. Un *Switch CLASS* típicamente puede llegar a manejar niveles de 100,000 DS0 y a baja escala alrededor de 20 T1 (480 DS0).

La forma de evaluar la escalabilidad se basa en dos elementos: la totalidad de número de puertos y la capacidad de procesamiento de llamadas (BHCA). En este sentido la industria ha progresado y hoy día se manejan diferentes niveles, según las necesidades.

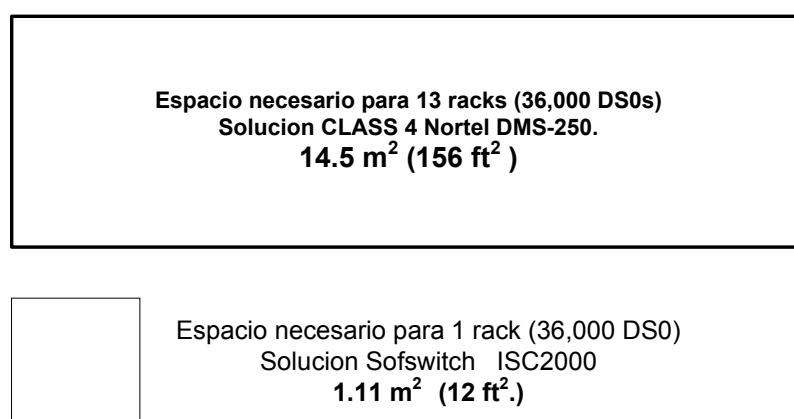
Tabla IX. *Media Gateway* que ofrecen gran densidad en un solo rack

<i>Media Gateway.</i>	Densidad (DS0s/ rack)
Cisco MGX8260	16,000
Convergent Network ISC2000	109,000
Sonus GSX9000	24,000

Fuente: Softswitch architecture for VoIP.

Una solución *Softswitch* es físicamente más pequeño que un *Switch CLASS* 4 ó 5, requiriendo por ende menos recursos al nivel de construcción para entregar la misma cantidad de puertos, esto se refiere a espacio físico, consumo de energía, requerimiento de aire acondicionado, lo cual obviamente se traslada en una notable reducción de costos, más aún cuando el sitio de comunicaciones o el espacio para el equipo debe arrendarse a un tercero.

Figura 22. Comparación requerimientos de espacio físico, Switch CLASS 4 y Media Gateway de alta densidad.



Para seguir esta evaluación se tomarán dos soluciones reales en el mercado: CLASS4 de Nortel DMS-250/3000 y *Softswitch* ISC2000 de Convergent Networks. DMS-250 pueden concentrar 36,000 DS0s en 13 racks, mientras que ISC2000 puede ofrecer esos 36,000 DS0s en 1 rack, esto impactará en renta de espacio y consumo de energía como se muestra.

Tabla X. Comparación de espacio requerido y costo de renta entre CLASS 4 y *Softswitch* para habilitar 36,000 DS0

	CLASS 4	<i>Softswitch</i>
Número de racks 7 pies para 36,000 DS0	13	1
Costo de renta por mes por rack.	\$1,100	\$1,100
Total por mes	\$14,300	\$1,100
Total por año por nodo	\$171,600	\$13,200

Fuente: *Softswitch architecture for VoIP*

Tabla XI. Comparación de costo de energía para una solución CLASS 4 y *Softswitch* para habilitar 36,000 DS0

	CLASS 4	<i>Softswitch</i>
Número de <i>racks</i> 7 pies para 36,000 DS0	13	1
Costo por mes por rack, por un circuito de 20 Amps. (\$20/amp)	\$400	\$400
Total por mes	\$5,200	\$400
Total por año por nodo	\$62,400	\$4,800

El impacto es contundente, dejando de lado los costos que pueden variar, con relación al espacio físico hay un ahorro del 92% y con relación a la energía DMS-250 puede consumir 260 Amps. DC; *Softswitch* ISC2000 consume 24 Amps, esto representa un ahorro de 90%, aplicando estos ahorros a cualesquiera que sean las tarifas, constituyen una ventaja.

La escalabilidad en un *Softswitch* es cuestión de *software* y *hardware*. Se analizarán los módulos de procesamiento de llamadas. Los módulos de VoIP consisten en arreglos de DSP (*Digital signal processor*) que realizan la conversión de las tramas de voz entre la PSTN y la red de paquetes.

La industria de los DSP ha incrementado la relación de conversaciones de voz por DSP, para ayudar a la tecnología *Softswitch* y específicamente a los *Media Gateways* a alcanzar grandes densidades o capacidades. En este sentido la capacidad de procesamiento de llamadas es responsabilidad del MGC (*Media gateway controller*) y se realiza en términos de llamadas cruzadas por segundo en horas pico o BHCA, según información obtenida en *Internacional engineers consortium*.

Los fabricantes ya han liberado equipos con grandes densidades en millones, como Clarent con 5 millones según datos en *Internacional engineers consortium*, esto excede por ejemplo a CLASS 4 DMS-250 que puede llegar a 700,000 BHCA dato obtenido de la pagina *web* de Nortel, y compite con Lucent 4ESS con 5 millones BHCA.

Tabla XII. Comparación escalabilidad, puertos por rack y capacidad de procesamiento BHCA

Producto	DS0/rack	BHCA
Nortel DMS-250 (CLASS4)	2,688	800,000
Lucent 4ESS (CLASS 4)	2,688	700,00
Convergent ICS2000 (<i>Softswitch</i>)	108,864	1,500,000
SONUS GSX9000 (<i>Softswitch</i>)	24,000	2,000,000
Nuera Nu-Tandem (<i>Softswitch</i>)	6,120	480,000

Fuente: Softswitch architecture for VoIP. Ohrmat Franklin

El análisis de la escalabilidad de la tecnología *Softswitch* es importante tanto en la escalabilidad hacia una alta densidad, como hacia una baja densidad. En este sentido *Softswitch* ofrece sin lugar a dudas ventajas para muchos operadores, los softswitches pueden manejar desde un E1 o menos, son una excelente opción en aplicaciones al nivel de *switches* de acceso.

En resumen, con relación a la escalabilidad los *Softswitches* han excedido las expectativas de soluciones CLASS 4 ó 5, permitiendo flexibilidad para distintas soluciones y proyectos.

3.3.3 Calidad de servicio

La principal objeción de VoIP y la tecnología *Softswitch* ha sido la noción de que no tienen la misma calidad de servicio. Esto debido a las fallas en las primeras aplicaciones liberadas, actualmente esto se ha superado y se sigue mejorando al punto que una red VoIP ofrece una calidad de servicio similar a la provista por la PSTN.

La industria de telecomunicaciones emplea un sistema de evaluación subjetiva para medir la calidad de servicios, este es conocido como MOS (*Mean Opinion Score*). Las técnicas de la medición son definidas por la ITU-T P.8000 y se basan en la opinión de varios testigos voluntarios que han escuchado y probado el tráfico de voz y califican la calidad de la transmisión. El voluntario escucha una variedad de muestras y cuestiona los aspectos como pérdidas, ruido, tono, eco, distorsión, retraso y otros problemas que puedan detectar. El voluntario califica de 1 a 5 dichas muestras, a dichas muestras se le entrega entonces una calificación en el sistema MOS, se muestran los resultados de dichas pruebas para codificaciones en PSTN y para *Media Gateways*.

Tabla XIII. Calificación MOS para las técnicas de codificación en PSTN

Estándar	Data Rate (Kbps)	Delay (ms)	MOS
G.711	64	0.125	4.8
G.721 G.723 G.726	16,24,32,40	0.125	4.2
G.728	16	2.5	4.2
G.729	8	10	4.2
G.723.1	5.3, 6.3	30	3.5, 3.98

Fuente: *Softswitch architecture for VoIP*

Tabla XIV. Comparación calificación MOS Productos *Softswitch* y CLASS 4

Producto	MOS
Nortel DMS-250 (CLASS4)	4.0
Lucent 4ESS (CLASS 4)	4.0
Convergent ICS2000 (<i>Softswitch</i>)	4.0
SONUS GSX9000 (<i>Softswitch</i>)	4.0
Nuera Nu-Tandem (<i>Softswitch</i>)	4.83

Fuente: Softswitch architecture for VoIP. Ohrmat Franklin

Para alcanzar niveles adecuados de QoS se requiere de adecuadas estrategias de manejo de colas de tráfico, control de admisión de llamadas, mecanismos para evitar congestión. QoS en *Softswitch* es corregido con mecanismos similares a los utilizados en redes TDM, como ingeniería de componentes no defectuosos, el mejoramiento o eficiencia de la red (diferenciación de servicio). Es este aspecto *Softswitch* ha y sigue evolucionando, para superar las expectativas.

4. ANÁLISIS, BENEFICIOS Y EVALUACIÓN DE COSTOS

CASO DE ESTUDIO

4.1 Consideraciones preliminares

Una red de nueva generación es aquella que integra los servicios tradicionales de voz y los servicios de datos en una sola infraestructura o plataforma multiservicio basada en paquetes, dicha red proporciona flexibilidad y un menor costo de implementación de los servicios. Actualmente para cubrir el mercado de telecomunicaciones los operadores se ven en la necesidad de operar y mantener varias redes para cubrir todos los segmentos, PSTN, IP, ATM, *Frame relay*, TDM, X.25.

La piedra angular del proyecto que se expone consiste en seleccionar una solución de voz que tenga la capacidad de interoperar con las redes de paquetes y las redes de conmutación de circuitos, con la única intención de proporcionar la factibilidad de la convergencia de servicios a través de esta arquitectura, la cual pueda convertirse en la base de una red de conmutación de paquetes ya sea pública o privada. Es decir, una solución *Softswitch* basada en VoIP debe demostrar en este análisis que es efectivamente la solución de voz (que habilita una nueva generación de redes) que se está buscando.

El argumento inicial de este modelo de integración (utilizando IP), se basa en la gran presencia actual de infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos, así como la concepción de que parte de la capacidad de estas redes es desaprovechada.

El concepto es simple, la utilización de la infraestructura IP existente para transmitir llamadas telefónicas, lo que permite un uso más eficiente de los recursos. Así mismo el hecho de tener una red en vez de dos (una de datos y otra de voz) beneficiará a los operadores que ofrezcan ambos servicios.

El escenario bajo el cual se realizará el análisis del proyecto consiste en la implementación de una red multiservicio al nivel de acceso (red privada) a través de un CLEC, el cual ya ofrece servicios de voz, así como de datos por separado y que para conseguir dicho objetivo (una plataforma multiservicio) necesita seleccionar una solución de voz y definir de qué forma realizará dicha integración de servicios. Entonces, el objetivo se centra en la selección técnica y económica de una solución de voz, con la cual el proveedor de servicios pueda ofrecer a sus clientes bajo un escenario en arrendamiento una solución de voz más el beneficio de poder implementar datos privados, o Internet, el centro del análisis será evaluar la inclusión al nivel de acceso (capacidad concentrada en un sólo nodo) una solución *Softswitch* para cubrir ese segmento.

Softswitch proporciona grandes diferencias con respecto de construcción de los sitios de comunicaciones, menor espacio físico, menor requerimiento de energía, menor requerimiento de aire acondicionado, situaciones que proporcionan grandes ventajas reduciendo costos y tiempos de implementación así como hacer más eficiente la utilización de los recursos. Es decir, es una solución competitiva, confiable y con una alta flexibilidad y escalabilidad de servicios lo cual es un factor diferenciador con relación a la competencia en el mercado de operadores de servicios. Con esta solución un operador puede lograr operar bajo los siguientes escenarios:

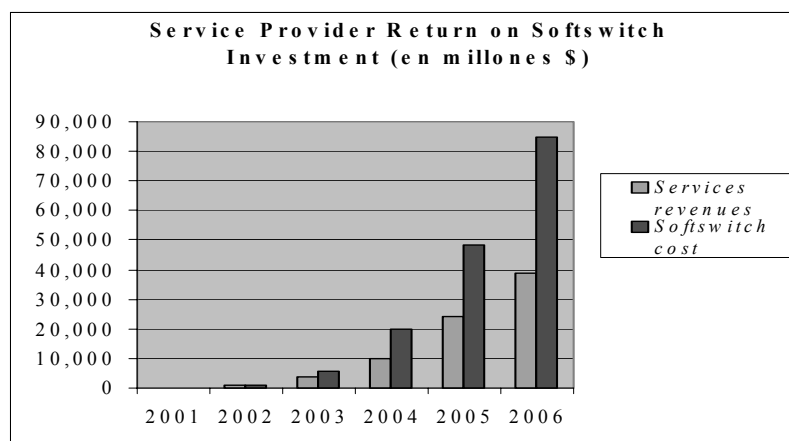
- Arquitectura abierta
- No-dependencia de un fabricante único
- Desarrollo rápido de aplicaciones y servicios.
- Costos de integración de aplicaciones reducido.

4.2 Proyección retorno de inversión ROI

Una solución *Softswitch* es más barata al nivel de desembolso de inversión, así como de costos de mantenimiento, operación, administración y aprovisionamiento OAM&P, lo cual genera un escenario muy favorable para un mejor tiempo para el retorno de la inversión.

Un estudio de *Aberdeen Group* (2001) encontró que los operadores CLEC invierten entre un 60 y 70% de su presupuesto en el proceso de OAM&P. Ahora con la opción de manejar una sola red a través de un *softswitch*. Esto incluye adicionar clientes, servicios especializados, actualizaciones, escalabilidad, reparación de fallas etc. debe representar una considerable reducción de gastos de operación

Figura 23. Proyección para retorno de inversión (ROI) en Softswitch



Fuente: Frost & Sullivan

La proyección mundial muestra que en el 2001 los proveedores de servicio invirtieron \$89 millones a escala mundial en tecnología Softswitch, y en ese año recuperaron la tercera parte de dicha inversión. Para el año 2006 se espera que se inviertan más de \$39 billones y que tengan ganancias por \$85 billones.

4.3 Oportunidades de mercado

Hoy todas las empresas controlan más sus presupuestos. Esto confirma una búsqueda de soluciones no sólo funcionales sino que proporcione mayores ventajas, con el objetivo de mejorar la productividad, mejorar los costos. Este escenario crea un ambiente favorable para los *outsourcing* o proveedores independientes, en lugar de invertir capital en equipo, ancho de banda, staff de técnicos, gastos de operación, se adoptan mecanismos de renta de servicios con administración y mantenimiento incluidos a los integradores de servicios, situación en la que especialmente los CLEC deben sacar ventajas de la capacidad de su infraestructura tanto de red como de servicios.

Por esta razón los proveedores de servicios deben de enfocarse a ofrecer propuestas de valor a sus clientes, mientras que ellos controlen adecuadamente sus inversiones y costos de operación, podrán desprender oportunidades de negocios a escala empresarial, con el objetivo final de mejorar los márgenes, y crear nuevos ingresos.

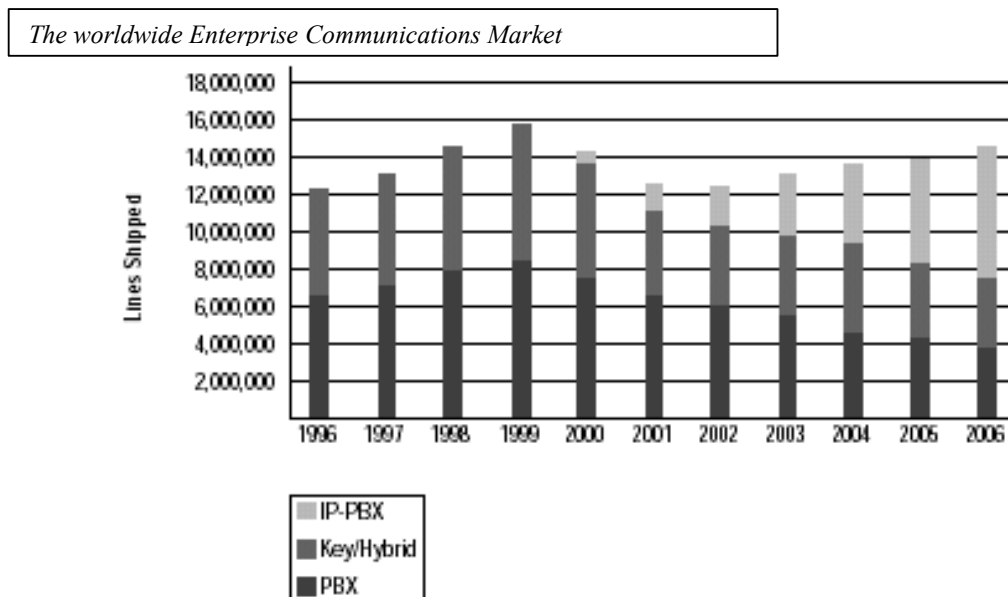
Con las potenciales ventajas que ofrece VoIP como solución de voz y, sobre todo, tomando la principal ventaja de una arquitectura con la capacidad de integrar en una infraestructura común servicios de voz y datos, esto permite desarrollar una carpeta o catálogo de servicios mejorados para poder así enfocarse a varios segmentos. Como pequeñas oficinas, empresas medianas, sectores residenciales, etc.

VoIP ofrece reducción de costos mientras, se genera una plataforma robusta para la creación e implementación de nuevos servicios, favorecido por los escenarios:

- Consolidación a escala empresarial de la necesidad de soluciones de voz y datos.
- Convergencia de redes, la cual está generando muchas expectativas.
- Tendencia de las empresas en aumentar soluciones en *outsourcing*.

Con relación a los servicios que pueden enfocarse, todas las empresas necesitan soluciones de voz, pero servicios de voz que proporcionen mayores ventajas, con VoIP los proveedores de servicios pueden ofrecer a sus clientes una solución con una reducción de costos para usuario, alta productividad para empleados, flexibilidad.

Figura 24. Proyección del mercado mundial soluciones de voz empresariales



Fuente: Phillips Infotech, 2002

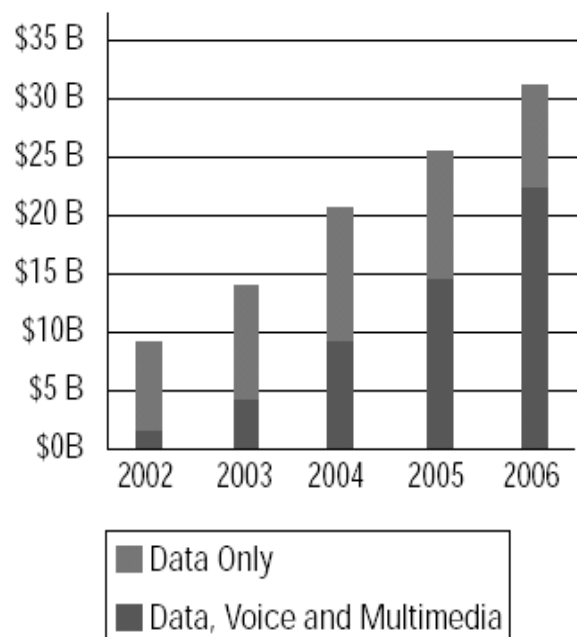
Muchas empresas de diferentes sectores, están de alguna forma desarrollando o acelerando una solución de red convergente. La figura muestra el aumento del mercado de soluciones IP PBX, así como el decremento de las tradicionales PBX. Las nuevas IP PBX están rápidamente ocupando el lugar de la PBX, como parte de dicho aceleramiento de las empresas hacia una red convergente.

No sólo los servicios de voz tradicionales se pueden enfocar, los proveedores servicios pueden ofrecer multiservicios VPN que incluyen voz y datos. El incremento de demanda de redes de voz sobre IP, también incrementa tráfico hacia oficinas remotas, trabajadores desde casa y agentes viajeros.

Es decir, el crecimiento del tráfico desde sitios remotos y el incremento de servicios multipunto. Los proveedores de servicio pueden hacer crecer sus ingresos con la demanda de VoIP en un segmento de rápido crecimiento.

Figura 25. Proyección de ganancias a escala mundial por multiservicios VPN

Worldwide Multiservice VPN Service Revenues (IDC)

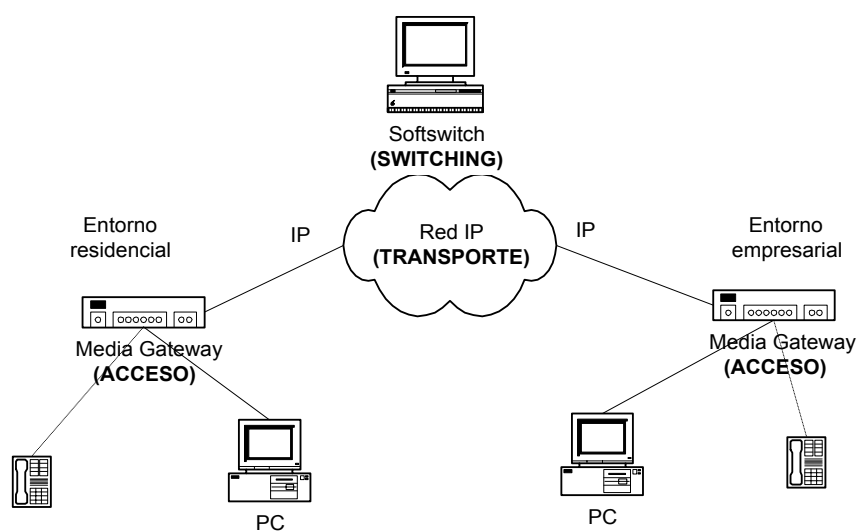


Fuente: IDC 2002

4.4 Solución propuesta

El propósito de este proyecto es evaluar la sustitución de una solución TDM tradicional por una solución *Softswitch* como solución de voz al nivel de acceso y que además permita la habilitación de una red multiservicio a través de dicha arquitectura. Esta implementación se realizará a través de un proveedor de servicio CLEC, que pretende ofrecer servicios integrados de voz y datos, y el cual por su alcance busca cubrir un punto específico en el mercado, en este caso al nivel de acceso (empresarial o residencial), se utilizará una arquitectura *softswitch* como aplicación de *Switch* de acceso (referirse a cap. 3), en sustitución como solución de voz de la tradicional PBX y con capacidad de proporcionar una plataforma multiservicio.

Figura 26. Arquitectura Softswitch como solución de voz al nivel de acceso



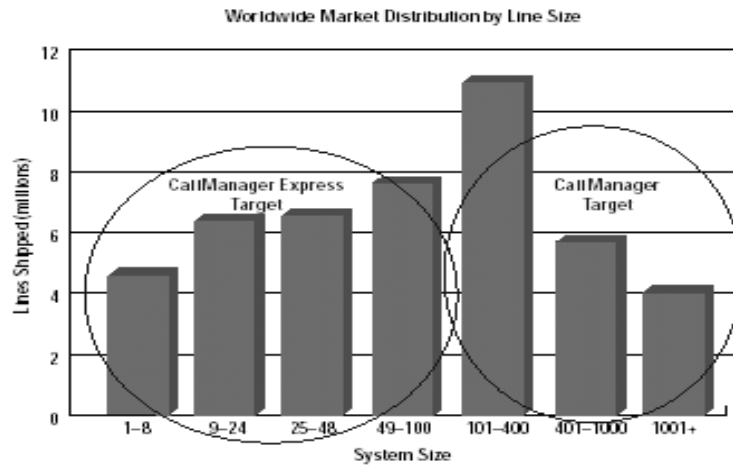
La voz sobre IP (VoIP) se puede considerar como la convergencia de la voz y datos en una misma arquitectura, la VoIP no es en sí un servicio, sino más bien una tecnología, que permite codificar, empaquetar y transportar el tráfico de voz en redes de datos, sin necesidad de disponer de circuitos conmutados tradicionales. Esto significa que el elemento principal de la integración esta en el *Softswitch* ha instalarse como solución de VoIP, partiendo de este punto se pueden analizar las ventajas que ofrecerá esta arquitectura.

Uno de los objetivos de sugerir la instalación de una arquitectura *softswitch* al nivel de acceso es aprovechar su flexibilidad y sobre todo su escalabilidad, ya que inicialmente se diseñará para cubrir bajos niveles de usuario, posterior a lo cual puede crecer con mínimos cambios en la infraestructura basándose en la demanda. El análisis que se realizará ubica dicha capacidad del *Softswitch* en un POP (*Point of Presence*) es decir, en un sólo nodo, con una capacidad para cubrir a 120 usuarios.

Otro objetivo es dirigir los esfuerzos a proyectos nuevos que puedan cubrirse con dicha solución, seleccionar estratégicamente los puntos de demanda, donde existan potenciales clientes multiservicios, estos pueden ser zonas residenciales, condominios o edificios de apartamentos. Accesos empresariales, torres de edificios comerciales, complejos de oficinas, universidades, y/o cobertura de nuevas regiones sin tener que invertir obligatoriamente en las soluciones TDM de alto costo.

Figura 27. Mercado de oportunidad Soluciones VoIP

Cisco Call Processing Options and Market Opportunities

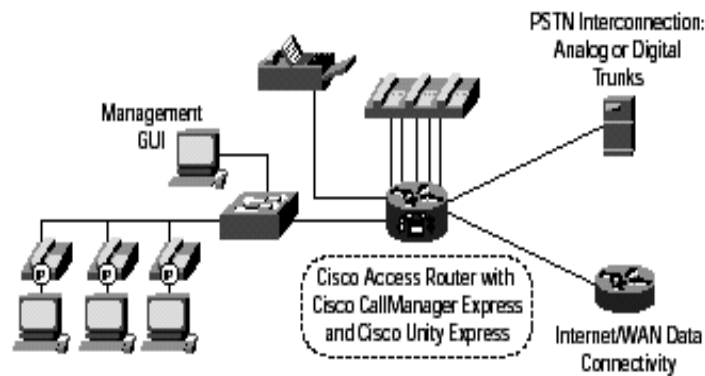


Fuente: Cisco Systems (2002)

Enfocados a escala empresarial, la diferenciación de servicios de esta solución con una solución tradicional, es ofrecer servicios telefónicos más las opciones de datos privados, Internet, videoconferencia, a través de una misma infraestructura de red, lo cual no es posible con las soluciones tradicionales PBX; disminuir el costo total de la inversión de total el sistema con respecto a una oferta PBX tradicional por un lado más la solución de red de dato por el otro.

Figura 28. Ejemplo de una Solución para la propuesta al nivel de acceso

Cisco CallManager Express with Cisco Unity Express at Small Office



Fuente: Cisco Systems

4.5 PBX Vrs IP PBX

En una estructura PBX, existen 3 elementos diferentes, y cualquier componente individual de estos debe adquirirse solamente a través del fabricante:

- Estructura de conmutación de líneas integradas al sistema (matriz *hardware* interna).
- Sistema operativo de control de llamadas.
- Aplicaciones, como ACD o *Voice mail*.

Realizando una analogía a la solución propuesta, dividiéndola en planos funcionales (bajo el modelo analizado en el capítulo 2):

- Los circuitos de conmutación, son ahora la red IP, con todas sus capacidades.
- El sistema operativo. Lo realiza el MGC y se sitúa en otro plano funcional que interactúa con la red IP a través de protocolos H.323 y MGCP, para el procesamiento de llamadas.
- Aplicaciones, se sitúan ahora en un servidor de aplicaciones que interactúa con el plano de control a través de API.

De esta forma ahora se puede aprovechar cualquier desarrollo de otros fabricantes de aplicaciones o incluso *hardware* para enriquecer aún más la o las soluciones implementadas, consiguiendo los objetivos fundamentales:

- Una arquitectura abierta.
- No dependencia de un fabricante único.
- Desarrollo rápido de aplicaciones.
- Costo de integración de aplicaciones reducido.

Tabla XV. Comparación solución PBX Vrs IP PBX

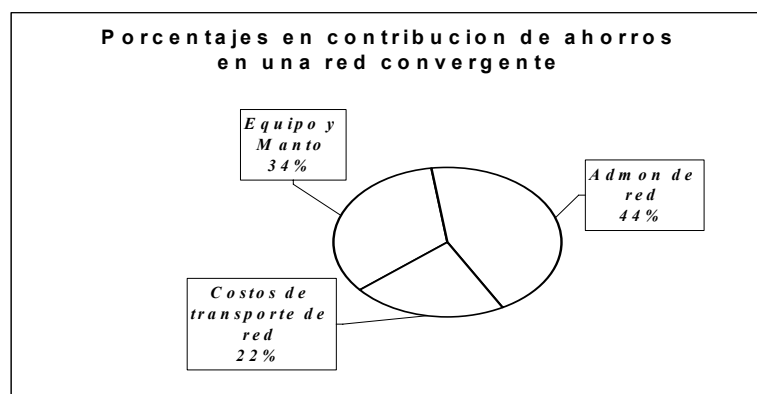
Ítem	PBX	IP-PBX
Arquitectura	Centralizada	Distribuida
Cableado	Topología estrella, c/ escritorio requiere conexión	A través de la misma conexión Ethernet (red LAN)
Capacidad	Limitada por el <i>hardware</i> (framework)	Escalable, dependiendo del ancho de banda y capacidad del procesador
Convergencia de redes	No es posible, se requieren de redes separadas.	Voz y datos convergen en una sola red
Conectividad a Internet	Conectividad a Internet vía <i>Gateway</i>	Habilitada como aplicación adicional
MAC	Requiere ajustes y conexiones físicas	<i>Plug and play</i> , simplificado
Aplicaciones extendidas	Voz tradicional y servicio de procesamiento de llamadas	Voz tradicional e implementación de nuevos servicios por software
Redundancia servidor	No aplica, se necesita otra PBX completa	Soporta servidor al nivel de redundancia
Extensiones remotas	No soporta extensiones remotas	Acceso remoto para usuarios externos, a través de VPN/WAN
Configuración sistemas	A través de set de comando o codificación telefónica	Provisto por GUI o incluso interface Web.

4.6 Justificaciones

Actualmente, la tecnología IP es la opción más creíble para implantar una red multiservicio en la que se materialice una convergencia de las estructuras que hoy caracteriza a la prestación de los diferentes servicios de telecomunicaciones, con la capacidad adicional de poder soportar cantidades variables de ancho de banda en el acceso.

La tecnología IP es viable y puede ser implementada para la convergencia de una red de voz y datos, proporcionando a un proveedor de servicios bajos costos en el total de la inversión, así como la reducción de gastos asociados al mantenimiento de equipo, administración y transporte.

Figura 29. Porcentajes de ahorro de costos en una red convergente



Fuente: Cisco Systems

- Reducción de costos en equipo y mantenimiento.

Una red convergente puede reducir costos de equipo y mantenimiento por:

Combinación de múltiples redes dentro de una sola infraestructura IP. Una organización no tan grande necesita invertir en dispositivos dedicados como PBX o mantener sistemas dedicados como ISDN para videoconferencia, enlace para acceso a Internet, etc.

Permite centralizar el procesamiento de llamadas telefónicas, las empresas con varias sucursales o sitios independientes tiene la habilidad de centralizar sus aplicaciones de voz y datos en las oficinas centrales o regionales, reduciendo los equipamientos necesarios de los sistemas adicionales en cada dependencia.

Reducción del número de líneas de cableado para servicios (reducción de un 25 a 50%). Esto debido a que ahora los servicios pueden obtenerse a través del mismo puerto Ethernet. En nuestro medio un punto de cableado CAT 5E oscila entre \$50 y \$75.

Eliminación de Up-grades o actualización de PBX/ACD. Muchas empresas tienen redes con diferentes PBX o versiones, muchas de las cuales se vuelven obsoletas. Esto regularmente dificulta el encontrar piezas de recambio, así mismo se ven forzadas a pagar considerables sumas por un Up-grade de dichas PBXs.

- Reducción de costos de administración

Una red convergente puede reducir costos por:

Mejoramiento de la productividad del staff de técnicos de operaciones y soporte al manejar una red simplificada. Se puede esperar mejoras en rangos de 10 a 40%.

Permitiendo a una organización minimizar los costos de contratos en outsourcing. El aumento en productividad del recurso interno, permite evaluar la opción de sólo subcontratar actividades específicas, por lo tanto se obtiene un mayor control de los eventos y la red, y esto representa mejores tiempos de respuesta para sus clientes.

Minimización de costos asociados con movimientos, adiciones y cambios (MAC), lo cual permite mayor agilidad operativa a los usuarios y reducción de costos por estos servicios.

- Reducción de costos de transporte.

La convergencia tiene un impacto en la reducción de circuitos de voz así como en la opción de realizar *toll-bypass* (desvío de tráfico, larga distancia nacional e internacional), esto puede enfocarse tanto en el plano del proveedor de servicios así como desde el escenario de usuario.

Reducción de tarifas PSTN a través de *toll-bypass*. Esto puede ser menos relevante en llamadas locales, pero llegar a ser significativo en reducción de gastos en llamadas interempresas o incluso internacionales.

Reducción de circuitos de voz, con la capacidad de usar la red de datos para transportar el tráfico de voz permite a las empresas una reducción considerable de los circuitos necesarios, esto gracias a las técnicas de codificación y mejor aprovechamiento de ancho de banda.

4.7 Análisis de costos

Se analizará en términos de valor presente, el cual es un termino de ingeniería económica que determina en qué forma los beneficios de una inversión sobrepasan los costos de la misma, y por lo tanto lo hace o no, conveniente.

El escenario como corresponde a la evaluación de la instalación de una solución de voz *Softswitch* en lugar de una solución tradicional TDM (PBX), en este análisis se compara tanto la parte de equipamiento del sistema principal que cuenta con las aplicaciones de *Voice Mail*, listado de directorio, y ACD. Así mismo la parte de equipamiento de unidades telefónicas para los usuarios finales.

La solución TDM la compone un chasis modular integrado con el equipo necesario para las aplicaciones ya mencionadas, mientras que la solución *softswitch* esta compuesto por un Router Cisco 3600 con funcionalidad de *Media Gateway*, el control de llamadas (MGC) a través de *Cisco Callmanager*, la parte de mensajes de voz a través *Cisco Unity* y la inclusión de un *Cisco Media Server* para el desarrollo de las aplicaciones.

El valor presente neto se calculara bajo la fórmula:

$$NPV = (B_N + C_N) (P/A, i, N) + P \text{ en donde}$$

B_N = beneficios n periodos

C_N = Costos de operación

P = Inversión

A= Flujo de efectivo en el futuro

I = costo de oportunidad de capital (tasa de interés de oportunidad) a un 12%.

Los costos de operación anuales (C_N) deben incluir aspectos como renta, energía, mano de obra, operación, arrendamiento de circuitos, etc. Con relación a costos de operación se obtuvo información de la empresa de servicio de telecomunicaciones Telered en la cual en un nodo típico de acceso los costos mensuales pueden variar entre \$100 a \$1000. La mano de obra puede diferenciarse en solución CLASS y en un *softswitch* basándose en las necesidades de dicha mano de obra, en una solución CLASS se necesita a un especialista en esa plataforma regularmente un ingeniero certificado y con mayores honorarios anuales (\$22,000) que un técnico especializado(\$11,250) que puede hacer la mano de obra en una solución *Softswitch*

Los contratos de mantenimiento con los fabricantes, están catalogados dentro de tres categorías: bronce, plata y oro con costos respectivos de 10,20, 30% de la compra por año. Se tomará un 10% para el análisis.

El costo de oportunidad del capital o i , se ajustará a un 12%. El valor de N, la vida de operación de la solución, se tomará un periodo de 4 años, basándose en la ley de Moore para los semiconductores en la cual los microprocesadores aumentan su capacidad por un factor de 2 cada 18 a 24 meses, esto aplica también a la tecnología *softswitch* la cual creció en capacidad de DS0 y BHCA de 1998 a 2001 en un factor de 30 veces (1,176 DS0s solución Netrix a 108,864 para Convergent Networks).

Los beneficios anuales son calculados con relación al servicio de voz, basándose en el tráfico telefónico o número de DS0 utilizados en 8 horas para un día normal en una empresa ($8 \times 60 = 480$ minutos) para un 100% de utilización, en este caso se puede calcular una ocupación de 25%, con un calculo de 250 días hábiles por año a un costo de \$0.025 por minuto.

Tabla XVI. Costos de adquisición de soluciones TDM NEC y solución *Softswitch* Cisco

Costo por componente	NEC IPS2000	Solución <i>Softswitch</i> Cisco
Sistema	\$45,000.00	\$28,000.00
Instalación	\$2,000.00	\$2,000.00
Equipos telefónicos para 120 usuarios	\$9,200.00	\$19,000.00
Total	\$56,200.00	\$49,000.00

Fuente: Ingeniería Avanzada (NEC), GBM de Guatemala (Cisco).2004

Tabla XVII. Equipamiento unidades telefónicas ambas soluciones

Tipo de unidad	Costo unitario	Unidades	Solución TDM	Solución <i>Softswitch</i>
Teléfono análogo	\$40.00	80	\$3,200.00	
Teléfono multilínea	\$150.00	40	\$6,000.00	
IP Phone 7905G	\$130.00	80		\$10,400.00
IP Phone 7910G	\$215.00	40		\$8,600.00
			\$9,200.00	\$19,000.00

Tabla. XVIII. Gastos de operación anuales caso de estudio

Gastos de operación	TDM	<i>Softswitch</i>
Renta anual	\$1,200.00	\$1,200.00
Mano de obra	\$22,000.00	\$11,250.00
Contrato de mantenimiento	\$4,500.00	\$2,800.00
Circuitos DLC E-1s	\$12,000.00	\$12,000.00
	\$42,700.00	\$27,250.00
Tiempo años del proyecto	4.00	4.00
Total gastos de operación del proyecto	\$158,800.00	\$109,000.00

Tabla XIX. Cálculo de beneficios

DS0	Minutos/día	Precio/minuto	Días hábiles (4 años)	Total Beneficios
120	120	\$0.025	1000	\$360,000

Tabla XX. Valor de rescate del sistema

	TDM	Softswitch
Valor de rescate	\$15,000	\$15,000

Tabla XXI. Análisis de costos y beneficios

Componente	TDM	Softswitch
Ingresos, beneficios	\$360,000.00	\$360,000.00
gastos	-\$158,800.00	-\$109,000.00
Utilidad antes de depreciación e impuestos	\$201,200.00	\$251,000.00
Depreciación sistema SDG depreciable en 3 años	-\$54,200.00	-\$47,000.00
Valor de salvamento al año 4	\$15,000.00	\$15,000.00
Valor en Libros	\$0.00	\$0.00
Diferencia entre valor de salvamento y valor en libros	\$15,000.00	\$15,000.00
20% imponible como ganancia en capital	\$3,000.00	\$3,000.00
Utilidad	\$204,200.00	\$254,000.00

Tabla XXII. Análisis de Valor presente Neto

NPV= (B +C) (P/A, i, N) -P	TDM	<i>Softswitch</i>
	(\$204,200)(3.0373)-\$56,200	(\$254,000)(3.0373)-\$49,000
	\$564,016.66	\$722,474.20

Tabla XXIII. Relaciones Costo Beneficio

	TDM	<i>Softswitch</i>
Relación costo beneficio	2.62	4.57

4.8 Análisis de resultados caso de estudio

En el análisis del valor presente neto la solución *Softswitch* proporciona un 21.9% de mayores utilidades que una solución TDM. La relación costo beneficio es mayor en una solución *Softswitch* que en una solución TDM. Por cada dólar que se invierte se obtienen \$4.57 en una solución *softswitch*, para el proyecto propuesto.

Al analizar el costo de los sistemas estructurales de las soluciones un *Softswitch* es alrededor de un 35% más económica que una solución tradicional, aunque la parte de equipos terminales (teléfonos IP) elevan el costo al seleccionar una solución *Softswitch*, aún con esto se demuestra que dicha solución es más rentable que una solución tradicional.

La principal ventaja entre una solución tradicional TDM y un *Softswitch*, lo constituye el escenario que proporciona para la opción de integrar los servicios de voz y datos en una sola infraestructura y poder alcanzar así la convergencia de servicios.

Una solución *softswitch* como solución integrada de voz y datos ofrece una reducción de costos de inversión del equipo en propiedad, así como la reducción considerable de los gastos de operación y mantenimiento al contar con una sola red en lugar de dos.

CONCLUSIONES

1. La tecnología Softswitch está basada en VoIP, la cual se considera como el resultado de la voz y datos en una misma red, por lo tanto VoIP no debe ser considerada únicamente como un servicio, sino más bien como una tecnología que permite codificar, empaquetar, digitalizar y transportar tráfico de voz en redes de datos. Este escenario impulsa la creación de servicios nuevos o mejorados para cubrir el segmento de voz.
2. Técnicamente una solución *Softswitch* es competitiva con las soluciones tradicionales TDM, evaluadas ambas bajo los parámetros de desempeño confiabilidad, calidad de servicio, escalabilidad. Con la ventaja adicional de ser una solución flexible y en muchos escenarios más conveniente para las soluciones con visión hacia una integración de servicios.
3. El uso de redes IP trae beneficios que se pueden resumir en la optimización de la operación de las redes de telecomunicaciones así como menores precios a los usuarios. Así mismo la posibilidad de prestar nuevos servicios con mayor eficiencia y beneficios a las comunidades que aun no cuentan con los servicios básicos por motivos de altos costos. Lo cual puede contribuir en forma importante al desarrollo de sociedades atrasadas al estimular el acceso universal de los servicios.

4. La utilización de la tecnología *Softswitch* establece una oportunidad atractiva de negocios para un integrador o un operador tipo CLEC, en donde se cambia ahora la cadena de valor del sector. El valor no está en el tamaño de la red del operador, sino en las aplicaciones y servicios desarrollados en ella, cuyo desarrollo e implementación no dependerán directamente de los fabricantes, sino del operador enfocándose como empresa de servicios con el apoyo de desarrollo.
5. El caso de estudio proporciona argumentos para apoyar los beneficios y la conveniencia de la implementación de una solución *softswitch* en sustitución de una solución tradicional TDM con un 21.9% de utilidades mayores, así como una reducción de la inversión, reducción de gastos de instalación, operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Debido a que los proveedores de servicios telefónicos (operadores) han invertido muchos millones de dólares en sus actuales infraestructuras de conmutación de circuitos, esta situación se convierte en la principal barrera para una sustitución de las redes públicas; sin embargo, transportar voz sobre una red basada en paquetes presenta una enorme oportunidad, razón por la cual es importante evaluar las acciones estratégicas o enfoques que los operadores pueden adoptar para poder progresar en fases hacia una migración de redes públicas basadas en paquetes.

1. Fase I. Los operadores telefónicos están montando o desplegando arquitecturas *softswitch* al nivel de interoperación, lo cual consiste en la sustitución de las centrales tránsito *CLASS 4 (Tandem Switch)*. Esta fase permite a los usuarios tomar ventaja con relación a las tarifas de las llamadas. El reemplazo del *Switch CLASS 4* por *VoIP gateways* y la inclusión de un sistema inteligente en la administración de llamadas genera un escenario o ambiente donde es posible la convergencia de voz, video y datos sobre una única red IP.
2. Fase II. El siguiente paso debe ser el reemplazo de las centrales *CLASS 5*, desplegado *Softswitches* que proporcionen la funcionalidad de los *Switch CLASS 5*, adicionando las mejoras de los servicios basados en IP. Esto permitirá a los operadores el suministro de servicios de telefonía local sobre conexiones tradicionales, sobre DSL, cable, o incluso inalámbricas. Actualmente, la mayoría de la inteligencia o control de la PSTN reside en el core de la red del operador, movilizandó esta estructura, colocando la inteligencia al nivel de acceso se pueden crear arquitecturas de paquetes extremo a extremo (*end to end*), haciendo más eficiente la utilización del ancho de banda y minimizando la inversión en equipo.

3. Desplegar soluciones *Softswitch* al nivel de centrales locales en proyectos nuevos en donde el gran problema del alto costos de una central tradicional ha sido la razón principal por la cual se ha dejado de cubrir estos sectores; esta solución provee una herramienta que ayudará al acceso universal de los servicios y al crecimiento e interoperabilidad de las redes basadas en paquetes

4. A escala empresarial, las organizaciones pueden proteger la inversión en las actuales soluciones PBX a través de la instalación de un *Softswitch* de la capacidad adecuada con lo cual pueden formar su nueva red de VoIP; esto mediante la inclusión de un *gateway* de acceso previo a la PBX, la cual seguirá proporcionando el acceso a los usuarios pero ahora manejando el tráfico a través de una red de VoIP, haciendo transparente la migración para los usuarios finales.

BIBLIOGRAFIA

1. Alexander John. **Cisco call manager fundamental a Cisco avvid solution**. Estados Unidos: Cisco Press.2001.
2. Atai, Amir. “**Designing a scalable high capacity super softswitch**”. Telica white paper, disponible en: www.telica.com/pdf/ip_forum_softswitches.pdf. Consultado oct/2004.
3. “**Business voice services**”. Cisco white paper, disponible en: www.cisco/warp/public/cc/so/neso/voso/spbvs_ov.pdf. Consultado oct/2004.
4. Castro, Antonio y otros. **Teleinformática aplicada**, volumen I. México: Mc Graw Hill, 1994.
5. Harte, Lawrence. **Public switch telephone network (PSTN): local loop, switching, DSL, ATM, SS7 and AIN**. Estados Unidos: APDG Publishing, 2002.
6. “**High-Availability Considerations for Softswitch-Based Networks**”. White paper Cable & Wireless, disponible en: www.iec.org/online/tutorials/acrobat/ha_softswitch.pdf. Consultado Jul/2004.
7. Huidobro, José Manuel. **Manual de telefonía fija y móvil**. España: Editorial Paraninfo.1980.
8. “**IP telephony**”. White paper disponible en: www.rares.com.ar/pdf/1214.pdf.. Consultado sep/2004.

9. **“IP telephone access”**. Verisign white paper, disponible en: www.verisign.com/latinamerica/esp/resources/wp/telecom/iptelephoneaccess.pdf. Consultado sept/2004.
10. Landaure, Enrique. **“Arquitecturas y soluciones comerciales para voz sobre IP, principales fabricantes y proveedores de tecnología”**. Disponible <http://www.geocities.com/elandaure/voip/arquitecturascomerciales.pdf>.
11. Lewis, Chris. **Cisco switched internetworks**. Estados Unidos: Mc Graw Hill, 1999.
12. **“Local-Exchange softswitch system: softswitch and packet voice”**. White paper International Engineers Consortium. Disponible en: <http://www.iec.org/online/tutorials/tmn/softswitch.pdf>. Consultado Nov/2003.
13. Ohrtman, Frank. **Softswitch arquitectura para VoIP**. Estados Unidos: Mc Graw Hill, 2003.
14. **“The strategic and financial justification for IP communications”**. Cisco white paper: www.cisco/warp/public/cc/so/neso/vvda/ns230/cnvrq_wp.pdf. Consultado Sept/2004.
15. **“Tutorial on signaling system 7 (SS7)”**. Performance Technologies white paper. Disponible: www.pt.com/tutorial/ss7. Consultado Oct/2003.
16. **“Understanding Packet Voice Protocols”**. Cisco Systems white paper, disponible en http://www.iec.org/online/tutorials/packet_voice.pdf. Consultado Sept/2004.