



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN VOZ SOBRE IP

M O N O G R A F Í A

Que para obtener el Título de Ingeniero en Electrónica y
Telecomunicaciones

Presenta:

EMMANUEL PELÁEZ GIL

Asesor :

M. en C. EVA JEANINE LEZAMA ESTRADA

Pachuca de Soto, Hidalgo. México, 2007

Agradecimientos

Quiero agradecer al Eterno, por todas las bendiciones que recibí mientras estuve en la universidad, gracias por darme la sabiduría y el valor para terminar este trabajo, gracias porque lámpara es a mis pies tu palabra y lumbrera a mí camino; por todo lo que has hecho por mí.

A mis padres, que nunca escatimaron en darnos lo necesario para seguir adelante, por su esfuerzo y dedicación en forjarnos como hombres de bien, a mi madre agradezco sus palabras en los momentos más difíciles y a mi padre agradezco las enseñanzas recibidas. Las palabras no alcanzan para expresarles mi agradecimiento.

A mis pastores Carlos y Teresa: Carlos gracias por tu gran ejemplo de esperanza y fe, en medio de tu lucha pudimos ver la gracia y el poder del amor del Eterno Señor, me alegra que tu sueño ya se realizó en Jesús, siempre vivirás en mi memoria. Tere gracias por tu ejemplo de fortaleza, por ser una mujer perseverante en el trabajo, por el amor y apoyo que como pastores siempre me han dado. Al pastor Hugo Álvarez agradezco el tiempo que ha tenido para mí en medio de tantas ocupaciones, por su ejemplo. A ustedes mi admiración y respeto.

A mi familia: por el apoyo que me ha brindado. A mis hermanos Ricardo y Ramón por el compañerismo y la ayuda. A mis tías por todo lo que han hecho por mí, especialmente a: Angélica, Chayo, Irma, Mary. A mis tíos Silvia y José Luis por el tiempo y oraciones que nos dedicaron. A mis primas gracias por su alegría. A mis abuelas por sus consejos.

A mis maestros: por su excelente labor en las aulas, por su esfuerzo diario por enseñarnos siempre lo mejor, gracias porque sin sus enseñanzas no sería posible terminar este trabajo.

Quiero hacer llegar un agradecimiento especial a:

M. en C. Eva Jeanine, por el apoyo a este trabajo.

M. en C. Angélica Espejel, por tomarse el tiempo y tener paciencia para hacer de este un mejor trabajo.

Ing. Sandra Luz Hernández, por su ayuda y consejo en este trabajo.

A mis amigos: con quienes tuve la oportunidad de pasar momentos agradables y también momentos difíciles en la carrera, Carlos, Darío, Alex, Clau, Sol, Julio, y especialmente a Luís Carlos Hinojosa, por su ayuda para finalizar este trabajo. A todos ellos gracias.

Emmanuel Peláez Gil



ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	i
Índice de tablas	iii
Introducción	iv
Objetivo general	vi
Justificación	vii
Capítulo 1. Antecedentes básicos de la telefonía convencional	
1.1 Estado del arte	1
1.2 Las partes que componen la RTC	9
1.3 La PSTN analógica	12
1.4 Estructura de la red telefónica	14
1.5 Evolución de la red telefónica	15
1.6 Los servicios 900 de red inteligente	17
1.7 Conmutación telefónica	18
1.8 La señalización telefónica	19
1.8.1 Principales sistemas de señalización	20
1.8.2 La señalización en la red telefónica básica	22
1.8.3 Señalización por canal común y canal asociado	23
Capítulo 2. La red digital de servicios integrados	
2.1 Introducción a RDSI.....	25
2.2 Definición de RDSI.....	26
2.3 Interfaz de acceso básico	27
2.4 Interfaz de acceso principal	28
2.5 Canales en la RDSI	29



2.6 Conexión de terminales RDSI	30
2.7 La señalización en RDSI	32
2.8 La RDSI de banda ancha	32
2.9 Tecnologías de las familias XDSL	33
2.9.1 La tecnología ADSL	36
Capítulo 3. Voz sobre IP	
3.1 Introducción	39
3.2 Definición de voz sobre IP	41
3.3 Análisis de VoIP	42
3.4 Compresión de voz	43
3.4.1 El códec	44
3.4.2 Normas de codificación de voz	45
3.4.3 Pérdidas de paquetes	46
3.4.4 Modulación por impulsos codificados	48
3.4.5 Conversión digital a analógico	48
3.5 La codificación tándem	49
3.6 El protocolo de transporte.....	52
3.7 La señalización	53
3.7.1 El direccionamiento	54
3.7.2 El enrutamiento	55
3.7.3 Enrutamiento por vector de distancia	56
3.7.4 Enrutamiento por estado de enlace.....	56
3.8 El protocolo H.323	56
3.8.1 Elementos H.323	57
3.8.2 Terminal	58



Índice General

3.8.3 El gateway	59
3.8.4 El gatekeeper	60
3.8.5 Las unidades de control multipunto	61
3.8.6 Servidor proxy H.323	62
3.8.7 Resumen	62
Capítulo 4. Análisis comparativo de VoIP frente a RDSI	
4.1 VoIP un servicio eficaz	64
4.2 Eficacia del IP	69
4.3 La propuesta de VoIP	71
4.4 Ventajas de voz sobre IP	72
4.5 VoIP frente a RDSI	74
4.6 Aplicación de VoIP	75
Conclusiones	77
Glosario de términos	78
Bibliografía	86



ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1.

Figura 1.1 El conmutador local como un nodo de red	3
Figura 1.2 Los conmutadores locales y el backbone de larga distancia	8
Figura 1.3 Los componentes básicos de la RTC	9
Figura 1.4 Estructura general de las redes telefónicas	14
Figura 1.5 La necesidad de conmutación	18
Figura 1.6 La central de conmutación	18
Figura 1.7 Proceso que se sigue en una comunicación telefónica	23

Capítulo 2.

Figura 2.1 Diagrama a bloques de RDSI	26
Figura 2.2 Puntos de referencia BRI de RDSI	27
Figura 2.3 Puntos de referencia PRI de RDSI	28
Figura 2.4 Accesos básicos y primarios en la RDSI	29
Figura 2.5 Conexión de terminales en RDSI empleando la interfaz S0	31
Figura 2.6 Una red ADSL.....	37

Capítulo 3.

Figura 3.1 Componentes de la red H.323 de BOWIE	40
Figura 3.2 Diagrama a bloques de VoIP	41
Figura 3.3 Red telefónica de VoIP propuesta de 3Com	42
Figura 3.4 Pérdida de paquetes con G.729	47



Índice de figuras

Figura 3.5 Jerarquía de conmutación tándem	49
Figura 3.6 Codificación tándem de VoIP	50
Figura 3.7 VoIP sin codificación tándem	52
Figura 3.8 Elementos de trabajo H.323	57
Figura 3.9 Elementos de un gateway H.323	59
Capítulo 4.	
Figura 4.1 Arquitectura cliente servidor	65
Figura 4.2 Arquitectura cliente servidor DS-0 con voz y datos.....	66



ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2.

Tabla 2.1 La familia xDSL en particular 34

Capítulo 3.

Tabla 3.1 Modelo de referencia OSI respecto a los protocolos VoIP..... 54



Introducción

El crecimiento exponencial y la fuerte implantación de las redes IP, y el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, y el estudio de nuevos estándares que permiten la calidad en el servicio, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía bajo este estándar [2].

Hace 30 años Internet no existía, y las comunicaciones se realizaban por medio del teléfono a través de la red telefónica pública conmutada (PSTN), pero con el pasar de los años y el avance tecnológico han ido surgiendo nuevas tecnologías y dispositivos bastante útiles que nos han permitido pensar en nuevas tecnologías de comunicación PCS, teléfonos celulares y finalmente la popularización de la gran red Internet, hoy en día podemos ver una gran revolución en comunicaciones, todas las personas usan las computadoras e Internet en el trabajo y en el tiempo libre para comunicarse con otras personas, para intercambiar datos y a veces para hablar con más personas usando aplicaciones como NetMeeting o teléfono IP (Internet Phone), el cual particularmente comenzó a difundir en el mundo la idea de que en el futuro se podría utilizar una comunicación en tiempo real por medio de la computadora, VoIP (Voice Over Internet Protocol) [14].

Después de haber constatado que desde una computadora con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, se podría pensar que la telefonía en IP es algo más que una aplicación.

No obstante, si en una empresa se dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también se podría pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa, Las ventajas que se obtendrían al utilizar la red para transmitir tanto la voz



Introducción

como los datos son evidentes: ahorro de costos de comunicaciones, pues las llamadas entre los distintos departamentos de la empresa saldrían gratis [14].

Si a todo lo anterior, se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías puede traer consigo, la conclusión es clara. VoIP es un tema "vanguardista" y estratégico para las empresas.

La telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que constituye Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un centro de llamadas, entre muchas otras prestaciones. Lentamente la telefonía sobre IP está ganando terreno y todos quieren tenerla [12].

Este tipo de servicios es nuevo, en el sentido que realmente no son simples sustitutos de servicios existentes. Por esta misma razón no es fácil predecir la evolución de esta tecnología, también es impredecible la cantidad de nuevos servicios que pueden surgir cuando uno de los extremos de la llamada, al menos, es una computadora que a su vez está sujeto a una evolución muy dinámica.

Por lo anterior, este trabajo se encuentra orientado hacia dos grandes vertientes: la primera consiste en conocer el funcionamiento de la telefonía convencional, su historia y su evolución a través del tiempo y la importancia que actualmente tiene, tema que será abordado en el capítulo 1, y la segunda, conocer los fundamentos de la tecnología Voz sobre IP los cuales se presentan en los capítulos 3 y 4.



Objetivo General

El objetivo de este trabajo es dar a conocer de manera general, lo que es la tecnología de voz sobre IP (VoIP) por medio de descripciones, y definiciones; así como los fundamentos básicos del funcionamiento de esta tecnología, con el propósito de brindar apertura a la difusión de una nueva tecnología que representa una alternativa para la telefonía a bajo costo.



Justificación

Hablar de telefonía y comunicaciones son temas que conciernen a toda organización. En los últimos años, la telefonía sobre IP ha tenido un mayor auge puesto que desde hace tiempo se ha estado desarrollando un cambio significativo en todas las formas de manipulación, envío y recepción de información. Teniendo en cuenta lo anterior, debemos considerar que las organizaciones convergen hacia una tecnología de comunicación que sea capaz de proporcionar una calidad excelente y simultáneamente proporcionar un menor costo.

Debido a que voz sobre IP es una tecnología donde se aplican conocimientos adquiridos en las materias de Telefonía, Protocolos, Redes de Computadoras, se consideró en la elección de este tema ya que es importante dar a conocer los servicios tanto de datos como de voz que brinda esta tecnología ya que se ha posicionado actualmente como un servicio innovador y eficiente.

Teniendo en cuenta las ventajas de la Voz sobre IP y conociendo los elementos necesarios para su implementación se pretende que este trabajo forme parte del acervo técnico del lector.



Capitulo 1

Antecedentes básicos de la telefonía convencional



1.1 ESTADO DEL ARTE

El teléfono y por tanto la RTC (red telefónica conmutada) se ha convertido en una parte importante de la vida cotidiana, al igual que otros inventos como el avión y la televisión, es difícil imaginarse la vida sin ellos, a pesar de todo, el mundo existía antes del año 1876 año en que Bell invento el teléfono.

Aunque existía una red de telecomunicaciones a escala global, el telégrafo inventado y perfeccionado por Samuel F. B. Morse en 1838. En 1876, el telégrafo estaba presente en todas las grandes ciudades y se usaba normalmente por las agencias de noticias, departamentos gubernamentales, y por gente común que necesitaba enviar mensajes más urgentes que aquellos que confiaban en el correo ordinario [3].

Muchas de las técnicas que se utilizan en las telecomunicaciones hoy en día, fueron pioneras en el sistema telegráfico, estas técnicas incluían la compresión (ola, ke tal?), antiguos terminales de datos que imprimían el código Morse en cintas de papel.

Los inconvenientes del sistema telegráfico eran tres, aunque los beneficios que proporcionaba lograron que pasaran desapercibidos en la mayoría de las ocasiones. Primero, el sistema no estaba disponible para los usuarios finales, nadie disponía de un hilo telegráfico que llegase a casa de forma directa, segundo aunque el sistema telegráfico podía distribuir mensajes mucho más rápidamente que el correo, existía una necesidad de enviar mensajes de manera más rápida que el correo, la necesidad de enviar mensajes realmente urgentes estaba presente. Para finalizar un hilo telegráfico sólo puede manejar un mensaje a la vez. No había forma de parar un mensaje que estaba siendo transmitido para enviar otro más urgente, los mensajes urgentes esperaban en la línea del buffer telegráfico detrás de los mensajes rutinarios.

Este último problema era el más perjudicial, en el centro de las grandes ciudades, la oficina telegráfica podía encontrarse con muchos mensajes que enviar en las horas y en los días más concurridos, añadir más líneas



telegráficas era una solución muy cara porque esas líneas permanecerían desocupadas la mayor parte del tiempo, aquel que inventase un sistema para “multiplexar” varios mensajes telegráficos en una única línea lograría solucionar el problema [3].

Bell usó su investigación en el ámbito del tercer problema del telégrafo (falta de multiplexación) para resolver el segundo (retardos). La comunicación de voz era casi instantánea, no había retraso en codificación, ni en traducción, fue una sorpresa para Bell que el teléfono resolviese el primer problema del telégrafo (no tener telégrafo en casa), pero este último asunto necesitaba alguna explicación más porque tiene algunas implicaciones para ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Bell vio el teléfono, primero, como una herramienta para los negocios y usos similares. Por ejemplo, las fabricas podrían llamar a los suministradores de manera instantánea, y si se producía un accidente de tren los doctores serían avisados más rápido que nunca , el teléfono se adopto para estos propósitos.

Los primeros sistemas telefónicos eran intercomunicadores complejos, eran sistemas punto a punto donde cada teléfono necesitaba un cable directo a cada teléfono al que se podía o se quería llegar, este sistema funcionaba bastante bien en el caso fabricante-suministrador o en el caso doctor-accidente, pero era complicado de llevar a cabo si todo el mundo quería un teléfono en casa para llamar a todo el que le apeteciese en el momento deseado. Para poner orden en la creciente población residencial que utilizaba el teléfono, se inventó una central local que usaba un panel de conmutación, consistía en un operador sentado detrás de una gran matriz de lucecitas, cuando una persona quería llamar a otra, descolgaba el teléfono y accionaba una manivela que generaba electricidad en el cable y encendía una luz sobre su circuito en el panel de conmutación, el operador conectaba y preguntaba a la persona en cuestión con quien quería hablar, si la línea a la que se quería acceder no tenia otro cable



conectado (no estaba ocupada) la conexión se hacía a mano, estableciendo así la llamada, una segunda luz mostraba cuando la conversación había terminado y se podían desconectar los cables de ambos extremos [13].

Los primeros paneles de conmutación no tenían números, pero posteriormente se añadieron porque los nuevos operadores no tenían que conocer la localización de todo el mundo en el panel de conmutación, desde luego los usuarios tampoco podían recordar los números de todos los demás usuarios, por lo que se publicó y distribuyó un directorio con los abonados y sus números, la primera central local (o central office, como se le denomina en Estados Unidos) conocida como tal, se estableció en Hartford, Connecticut en 1878. En los Estados Unidos existían ya alrededor de 1000 teléfonos, con este conmutador local, cualquiera que perteneciera a esa área, sólo necesitaba una línea para comunicarse con cualquier otra persona, la ventaja de la central local se muestra en la figura 1.1.

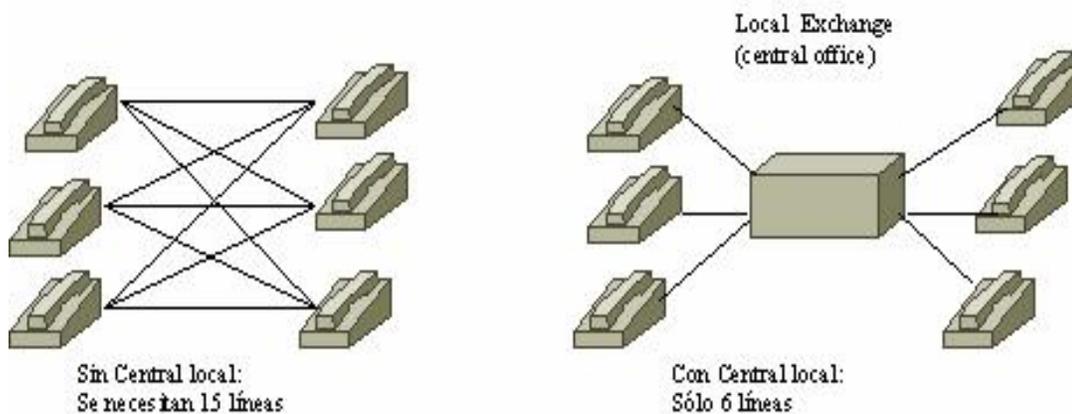


Figura 1.1 El conmutador local como un nodo de red.

Sin el conmutador local, seis teléfonos necesitarían 15 líneas para estar totalmente interconectados, la fórmula que permite conocer cuántos enlaces punto a punto son necesarios para un número N de teléfonos conectados de esta manera es $N*(N-1)/2$, por lo que el resultado para 6 teléfonos es $6*5/2=15$.



Una vez puesta en marcha la central local, el número necesario de líneas era N , para N teléfonos, este método llegó justo a tiempo. En 1880 había 50,000 teléfonos en Estados Unidos [1].

En este momento también surge otro de los problemas con el servicio telefónico el cual es la calidad del sonido, muchos clientes se quejaban de que en la línea se podía escuchar demasiado ruido, el principal problema residía en el bucle local, inicialmente era un único hilo de hierro, sin ningún aislamiento y expuesto a los elementos del clima [3].

Esos bucles estaban basados en las mismas tecnologías e instalaciones que el sistemas telegráfico, y los primeros sistemas telefónicos alquilaban las líneas telegráficas de estas compañías, desgraciadamente el hierro se oxidaba y los largos hilos de hierro actuaban como grandes antenas, recogiendo interferencias de aquí y de allá, debido que las señales telegráficas son simples pulsos eléctricos que representan puntos y rayas ninguno de los problemas del cable oxidado afectaba a las señales de código Morse, de hecho era al revés los pulsos de las señales del código Morse interferían en las señales vocales analógicas de los cables cercanos cuando se juntaban estos cables en postes o zanjas. En cualquier caso, algunos cambios básicos mejoraron el servicio de voz de manera drástica. En 1881, el hilo cubría entre 80 kilómetro entre Providence, Rhode Island y Boston, este cable era una fuente constante de quejas, hasta que un día un técnico llamado John Carty conecto de manera accidental dos hilos al mismo punto. De repente la calidad de voz mejoro notablemente, Carty había inventado el par de hilos para circuitos de voz, los dos hilos formaban un circuito cerrado por el que fluía la electricidad. En 1884 se produjo otro progreso cuando un nuevo tipo de hilo de cobre hizo que estos fuesen más accesibles económicamente para el tendido de las telecomunicaciones, todo el mundo sabía que el cobre tenía mejores propiedades eléctricas que el hierro, pero hasta 1884 había sido demasiado caro, con el cobre se ampliaron las distancias para las líneas telefónicas, llegando por ejemplo, 500 kilómetros.



Las interferencias de las señales telegráficas e incluso de otras señales en los manojos de cable seguían siendo un problema, de cualquier modo se hicieron algunos esfuerzos para aislar los cables de estos efectos, pero resultaban demasiado costosos, de cualquier modo, incluso las interferencias se hicieron más controlables después de que los pares de cobre fueran trenzados, normalmente tres o cuatro veces de cada 30 centímetros, el nuevo cable par trenzado sin apantallar (unshield twisted pair copper wire), UTP, hizo posible cables que consistían en multitud de pares trenzados y rebajo los costos en la expansión de redes, incluso cuando se apretaban varios de estos pares dentro de los mazos de cable, las señales analógicas no interferían con otras, de hecho los cables también ofrecían protección de las condiciones climatológicas, en 1915 era posible llamar de San Francisco a Nueva York, la llamada a mano de panel de conmutación a panel de conmutación y se trataba 23 minutos en completar el proceso, y esto se traducía en un precio bastante alto para ese tiempo [3].

El problema con la central local es que sólo conectaban usuarios finales a través del panel de conmutación, el termino local se convertía en un termino relativo, el servicio era caro y la calidad de voz era relativamente baja, por esta razón el primitivo Bell systems normalmente evitaba las áreas rurales, y fue en esas zonas donde las compañías telefónicas independientes comenzaron a aflorar a principios del siglo XX.

Con la interconexión de las centrales locales entre sí, las llamadas del área local podían ser conmutadas por cualquier operador, las llamadas dirigidas al exterior de esta área tenían que contar con los servicios de un operador de larga distancia. No todos los operadores tenían acceso a los enlaces que unían centrales locales; no tenían paneles de conmutación de larga distancia.

Esto era normal, porque pocas llamadas tenían como destino usuarios más allá del área local, pero cuando alguien quería hacer una llamada de larga distancia la llamada se hacía a través de un operador de larga distancia, los enlaces que conectaban los paneles de conmutación de larga distancia no terminaban en los



usuarios finales, en todo caso había otro panel de conmutación en el extremo final. Una llamada era conmutada panel a panel hasta que llegaba a la central local que daba servicio a la persona llamada, sólo entonces sonaba el timbre del teléfono. Como se menciona previamente el proceso era largo y tedioso, en la mayoría de los casos, el operador de larga distancia obtenía la ciudad y el número local de la propia persona que efectuaba la llamada, y entonces decía: “le devolveremos la llamada cuando la llamada este completa”, en algunas ocasiones, la devolución de la llamada era para indicar que la persona a la que quería llamar tenía ocupada la línea y no se podía completar la llamada [13].

Desde luego no todas las centrales locales del país tenían un enlace directo con el resto de las centrales locales, Hacer esto con las centrales locales hubiera sido igual de ineficaz como lo era hacerlo con los teléfonos, y las compañías telefónicas locales se tuvieron que enfrentar a diferentes desafíos a la hora de instalar y mantener líneas telefónicas y tenían solo unos pocos kilómetros de longitud, sino varias decenas kilómetros, y todo lo que existía en ese momento eran pares de cobre trenzado sin apantallar normales y corrientes, hubo que inventar amplificadores especiales para las líneas de gran longitud que periódicamente aumentaban la potencia de la voz para que se pudiera oír algo cuando la señal llegase a su destino [15].

Para este problema de interconexión de largas distancias también se encontró una solución. Bell System, el proveedor de servicios de conmutación más grande de estados Unidos fundó en 1890 la Long Distance Company para conectar entre sí los conmutadores locales de los Estados Unidos. El nombre era bastante descriptivo, aunque, todo sea dicho, denotan una singular falta de imaginación, la long distance company existía para conectar entre si los conmutadores locales de Bell system, y no había razones para conectar el resto de las compañías independientes a su sistema, esta práctica generó mucha controversia porque las nuevas compañías independientes no se podían



permitir un desembolso que les permitiese tener cobertura telefónica nacional como lo tenía la Long Distance Company, hubo muchos intentos para alcanzar algún tipo de acuerdo, pero la Long Distance Company se quedó con todo [3].

Cuando la red de larga distancia se añadió a la red de conmutadores locales, se dio al sistema telefónico una estructura diferente, en dos capas, como se muestra en la figura 1.2. Los conmutadores locales de las compañías telefónicas propiedad de Bell, o de compañías independientes, las cuales hacían posible que prácticamente todos los teléfonos de los Estados Unidos pudiesen conectarse entre sí simplemente conociendo el número de la persona y la ciudad a quien se deseara llamar, hay que tener en cuenta que en aquellos días toda la conmutación telefónica, se hacía a mano, panel a panel, y no existía nada especial parecido a los troncales de hoy día que se utilizaren para conectar esos conmutadores, local o no, regresando al tema de los troncales, la designación de troncal se refiere al uso, no a una construcción especial ni a una cuestión de diseño [15].

Algunos troncales de cierta longitud necesitaban amplificadores, pero sobre todo, los necesitaban algunos bucles locales espectacularmente largos. La figura 1.2 muestra cómo los troncales locales podían ser usados para conectar centrales vecinas, esto tenía sentido solamente por el hecho de que había muchas más llamadas con destino al interior de una comunidad que a otros estados del país [13].

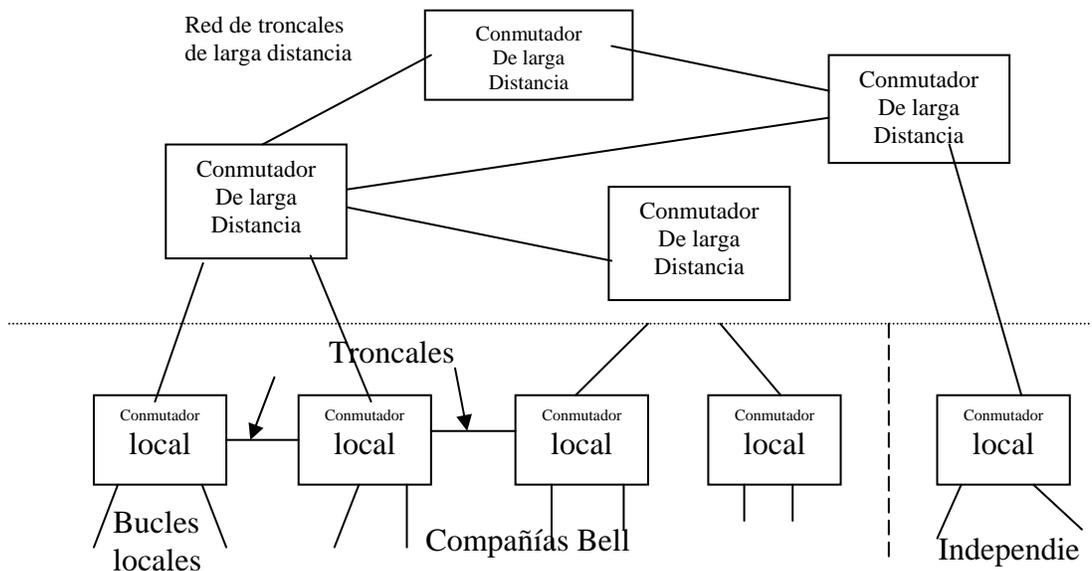


Figura 1.2 Los conmutadores locales y el backbone de larga distancia

Se necesitaban métodos de “señalización” en los troncales diferentes de los utilizados en los bucles locales, siguiendo la tradición de los términos en telecomunicaciones, este uso del término “señalización” es distinto del término aplicado cuando se habla de la forma que toma la información cuando viaja por una línea telefónica (señales analógicas y señales digitales). En este caso, el término se aplica a una forma de control de la información y a unos procesos de supervisión que eviten problemas en el troncal. En este contexto, señalización quiere decir procedimientos de control de llamadas, que controlan el establecimiento, el desarrollo y la terminación de las conversaciones de voz, decir que la señalización en un troncal es diferente de la señalización en un bucle local es lo mismo que decir que los procedimientos de control en un troncal diferentes de los procedimientos de control en un bucle local [3].

La tecnología usada en estas redes básicas de larga distancia evolucionó rápidamente, especialmente en los temas de conmutación y señalización (ambos un tipo de señalización) [12].



1.2 LAS PARTES QUE COMPONEN LA RTC

Toda RTC (red telefónica conmutada), tiene como objetivo manejar comunicaciones de voz entre dos teléfonos, el teléfono es sólo un sistema, barato, de convertir ondas acústicas analógicas en electricidad y viceversa. La señal eléctrica modula las ondas de presión de voz y las envía a través de la RTC mediante cables de cobre, las señales eléctricas necesitan ser amplificadas periódicamente para ser transportadas a lo largo de miles de kilómetros.

Los componentes básicos de la RTC se muestran en la figura 1.3.

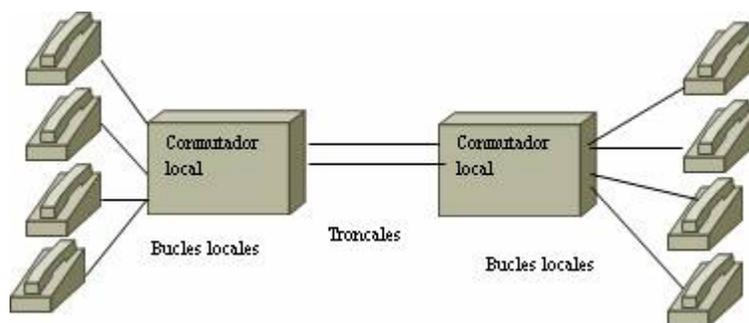


Figura 1.3 Los componentes básicos de la RTC.

En su forma más simple, el teléfono de sobremesa contiene un micrófono alimentado por una pequeña corriente eléctrica que se envía a través del propio bucle, aquellos con un conocimiento básico de electricidad, pueden saber que el micrófono del teléfono se compone de pequeños gránulos de carbón que varían su resistencia eléctrica bajo la presión de las ondas vocales, la onda acústica comprime y libera gránulos, permitiendo al circuito eléctrico reproducir las ondas vocales, la electricidad en el bucle obedece las reglas eléctricas básicas de resistencia, voltaje e intensidad [3].

La señal eléctrica puede ser enviada por la RTC hacia otro teléfono, donde la señal es dirigida a un altavoz. Este pequeño altavoz utiliza las variaciones de



intensidad de corriente que llegan, para alterar el núcleo del flujo electromagnético, las variaciones magnéticas producidas hacen vibrar un delgado disco de metal, estas vibraciones son similares a las ondas acústicas que produce la persona que habla en el otro extremo del circuito, entrando en el oído del receptor donde son (presumiblemente) comprendidas. De esta forma, el teléfono tiene el transductor necesario para la conversación acústica-eléctrica. El truco del teléfono está en que estando la onda acústica aún en su forma eléctrica, puede ser transmitida a grandes distancias [12].

El teléfono está conectado a la central local por un bucle local, este bucle está dedicado normalmente a un solo abonado, pero hay sus excepciones como las conocidas party líneas, técnicamente el bucle local es sólo una forma de acceso desde el cliente hasta la RTC. En cualquier caso, cuando un cliente hace una llamada, el bucle local está disponible, a menos que otra persona en un a extensión, o en una línea compartida este usando el bucle, en este caso el cliente podrá escuchar la conversación en curso.

En su forma más simple, el bucle local consiste en dos cables de cobre trenzados entre sí, el trenzado se hace para proporcionar a la voz una calidad mínima razonable y para reducir costos, con dos hilos en el bucle local, las señales se propagan en ambas direcciones, esto es válido para conversaciones de voz, pues normalmente una persona habla sólo en un momento determinado, este tipo de comunicación bidireccional, pero alternada recibe el nombre de half-duplex. De todos modos, el bucle puede manejar la voz en ambos sentidos, lo que se denomina full-duplex. Sin embargo, hay problemas cuando se intenta hacer con información digital, como las salidas de las PC y de los módems, se necesitan técnicas especiales para realizar transmisiones full-duplex de contenido digital sobre bucles locales de dos hilos [13].

En el otro extremo del bucle local se encuentra el conmutador local en la central, es el nodo de red de la RTC que establece, mantiene y termina



conexiones temporales, conocidas como llamadas, entre dos dispositivos finales, para completar la tarea, el conmutador debe conmutar y ser el punto final de los bucles locales, troncales y circuitos de servicio (como por ejemplo la señalización y el control de llamadas). De hecho, se realizan muchos esfuerzos en facilitar información sobre el progreso de la llamada al usuario, como proporcionar línea, memorizar los dígitos marcados, suministrar los mensajes de voz grabados al contestador, generar un sonido de vuelta para que el usuario sepa que el teléfono remoto está sonando, el conmutador podría ser tan simple como un panel de conmutación activado a mano, o tan complicado como un dispositivo computarizado que ejecutase programas, o uno de los diferentes tipos de conmutadores de relés o de conmutadores puntos de cruce, el conmutador conecta bucles y troncales de la forma precisa para completar la llamada, naturalmente, todos los bucles troncales y circuitos de servicio deben tener puertos en el propio conmutador [15].

Los conmutadores están conectados entre sí por troncales, pueden tener una longitud de miles de kilómetros y son compartidos de manera secuencial por los usuarios, hay que señalar que el usuario no tiene ningún tipo de control sobre troncales que se le asignan para establecer su llamada, debido principalmente a su longitud y a su número, era razonable económicamente dotar a los troncales de mayor calidad que tenían los bucles, por lo que los troncales usan cuatro hilos (dos pares trenzados) que facilitan un camino diferente para cada sentido de la transmisión, en lugar de los dos [3].

En una red simple, existen más bucles que troncales. En la RTC, hay muchos menos troncales que bucles, esto es posible, y de hecho se ha convertido en un principio permanente en el diseño de las redes telefónicas debido a que no todo el mundo utiliza su teléfono a la vez, como ya se ha mencionado, si todo el mundo quisiera utilizar su teléfono en un mismo momento, se producirían resultados caóticos en los troncales y en los conmutadores [5].



1.3 LA PSTN ANALÓGICA

La red telefónica conmutada nació en los Estados Unidos hace 130 años con la invención del teléfono. La red era pública y los nodos (conmutadores telefónicos en este caso) no pertenecían a ningún usuario o grupo de usuarios específico (conocidos como abonados, o clientes). Todos los conmutadores y equipos de red incluido el propio teléfono pertenecían al proveedor del servicio. La esencia de una red pública de cualquier tipo radica en que cualquier usuario pueda comunicarse con cualquier otro usuario. La red era conmutada en el sentido de que los nodos eran conmutadores que establecían comunicaciones punto a punto entre números de teléfono de origen y destino, lo cual es la finalidad de la PSTN (*Public Switched Telephone Network*), aunque muy poca gente piense en ese sentido, los circuitos eran dedicados a un par de abonados mientras durase la llamada, esto es conocido como conmutación de circuitos [3].

Llevó un tiempo dar forma a la PSTN tal y como se presenta en la figura 1.3.

A finales del siglo XIX, la mayoría de los bloques de la figura 1.3 se encontraban en muchas áreas metropolitanas de los Estados Unidos. Con esta arquitectura, los teléfonos de los abonados, que eran analógicos, y solo soportaban voz, llegaban a la central telefónica con bucles locales analógicos, que consistían simplemente en largos pares de cobre trenzado.

Estos bucles locales analógicos, o líneas de acceso, eran conectados entre sí con conmutadores analógicos, inicialmente personas cuyo trabajo era hacer preguntas como “número por favor” y conectar el origen con el destino.

El panel de conmutación analógico era un dispositivo electromecánico bajo el control humano, naturalmente cuando la red creciese no se podrían conectar todos los teléfonos existentes a una gran central local. Para ello, los conmutadores de las centrales (técnicamente los paneles de conmutación)



fueron conectados con circuitos analógicos especiales conocidos como troncales, los troncales también eran pares de cobre trenzado que conectaban los paneles de conmutación en vez de a los abonados. De esta manera una llamada podía ser conmutada a través de la red de troncales, normalmente, sin que el abonado llamante supiese lo que estaba ocurriendo, hasta que se establecía contacto con la parte llamada y el operador decía “adelante”. Este proceso de conmutación bucle-troncal-bucle es el mostrado en la figura 1.3.

Así todos estos conmutadores de las centrales eran unidos mediante troncales, la red de troncales podría ser propiedad del proveedor de servicios local, y operada por éste, o la red de troncales podía ser propiedad de una compañía de “larga distancia”, pero al fin y al cabo, todos eran troncales. Un troncal no es más que una línea común compartida por varios usuarios, los troncales normalmente se agrupan para ser usados desde un punto de vista funcional, aunque éste no tiene que ser necesariamente un punto de vista físico, un troncal puede utilizar los mismos medios físicos que las líneas, pero los requerimientos de la codificación de línea y señalización para un troncal varían mucho respecto a los usados en las líneas o en los bucles, los troncales también se distinguen por la carencia de control que tiene el usuario sobre ellos en el transcurso de una llamada [12].

Normalmente los troncales comprenden muchas líneas, a menudo desde solo doscientos bucles de abonado hasta llegar en algunas ocasiones hasta 10.000. Esta proporción tiene sentido, ya que había muchas llamadas locales en el área de servicio de la central en aquella época, no todos los paneles de conmutación de una central local necesitaban el limitado número de troncales disponible, e incluso tampoco tenían acceso a ellos, los troncales terminaban normalmente en el panel de conmutación de larga distancia que estaba bajo el control de un operador de conferencias (una posición privilegiada, ya que a principios del siglo XX existía mucho tiempo entre una llamada y otra). En los teléfonos antiguos de principios del siglo XX, el “0” era una etiqueta de larga distancia para dirigir la llamada a esos paneles de conmutación [3].



El punto principal es que la red era analógica de principio a fin, con bucles locales analógicos conectados a centrales analógicas enlazadas por troncales analógicas, el termino analógico se refiere al método de codificación o señalización usado en los bucles y troncales de los conmutadores, el termino no se refiere al tipo de información que se transporta, la cual podría ser tanto analógica (voz) como digital (ficheros de PC y e-mail) [3].

1.4 ESTRUCTURA DE LA RED TELEFÓNICA

El gran número de usuarios y el alto tráfico que en una red telefónica ha de poder soportar hace imprescindible agruparlos por áreas geográficas y hacerlos depender de varias centrales de conmutación que tengan acceso entre sí o a través de otras. Aparece el concepto de jerarquía, la limitación en el número máximo de usuarios que una central admite, provoca el concurso de más centrales de conmutación para atenderlos una vez que este se supera. Las redes telefónicas nacionales de los distintos países suelen estructurar en 2 niveles básicos: un nivel local y un nivel de tránsito como se muestra en la figura 1.4, aunque en algunos casos, y dependiendo de su antigüedad, pueden llegar a tener varios más [5].

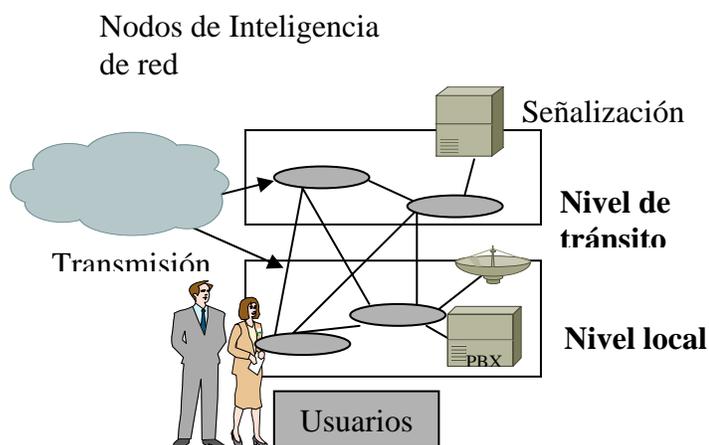


Figura 1.4 Estructura general de las Redes Telefónicas



El nivel local está compuesto fundamentalmente por las centrales autónomas con sus unidades remotas. En algunos casos, si el tráfico lo justifica, se incluyen también centrales del tipo tándem, que operan el tránsito entre centrales locales, que a su vez, se pueden distinguir entre centrales cabecera y centrales congeladas funcionalmente (antiguas o muy limitadas en prestaciones o capacidad). Las centrales cabecera asumen el crecimiento de nuevos servicios, por ejemplo, RDSI [12].

El nivel de tránsito está compuesto por las centrales nodales y por centrales de tránsito sectorial, donde la conexión de unas centrales con otras se realiza por caminos redundantes para tener un alto grado de fiabilidad, en previsión del fallo de alguna ruta.

Una particularidad derivada de la existencia de varias operadoras en la red, son las centrales de interconexión o centrales frontera entre operadores. Estas centrales pueden pertenecer a ambos niveles dependiendo de los acuerdos entre operadoras.

Además de estos dos niveles se puede considerar un tercer nivel formado por la red de señalización, constituida por nodos independientes.

1.5 EVOLUCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA

La red Pública de telefonía conmutada (PSTN) ha evolucionado desde que Alexander Graham Bell realizó su primera transmisión de voz a través de un cable en 1876. Antes de pasar a lo que es actualmente la RDI, es importante mencionar brevemente su evolución. La primera transmisión de voz se dio a través de lo que se denominó, un circuito ring-down significa que no hay marcación de número, en su lugar un cable conectaba físicamente dos dispositivos. Básicamente una persona descolgaba el teléfono y otra persona se encontraba en el otro extremo (no había llamada). Con el tiempo, este diseño básico evolucionó a una transmisión bidireccional, en la que ambos usuarios



podían hablar. Para mover las voces por el cable se necesitaba un teléfono común, también se necesitaba un cable físico entre cada ubicación a la que el usuario quería llamar. Sin embargo, en este tiempo todavía no existía el concepto de marcar un número para alcanzar un destino [3].

En los inicios de la red de telefonía, la transmisión analógica se pasaba a través de amplificadores para aumentar la señal, pero esta práctica no sólo amplificaba la voz sino también el ruido de la línea y esto provocaba una comunicación muy deficiente. La comunicación analógica es una mezcla de tiempo y amplitud que representa una onda analógica que muestra como se ve la voz mediante un osciloscopio, a menudo en su transmisión recibe el ruido de línea y esto distorsiona la forma de onda original produciendo una recepción desvirtuada, esto representaba un problema con el surgimiento posterior de las redes digitales, el ruido de línea no es un problema ya que los repetidores no sólo amplifican la señal sino que también la limpian hasta devolverla a su condición original, esto es posible con la comunicación digital porque dicha comunicación está basada en “unos” y “ceros”. Por tanto el repetidor sólo ha de decidir si tiene que regenerar un 1 o un 0. Por tanto, cuando se repiten las señales, se mantiene un sonido limpio. Cuando los beneficios de esta representación digital se hicieron evidentes, la red de telefonía migro a la modulación por impulsos modificados (PCM) y de esta forma surge la RDI.



1.6 LOS SERVICIOS DE 900. RED INTELIGENTE

Con la aplicación de la RDI también aparecen nuevos servicios que pueden ser soportados por ésta. Sobre la red telefónica, actualmente se ofrece una extensa gama de variados servicios que han producido un incremento en el número de llamadas y en el tráfico. Ello es posible gracias a la incorporación de aplicaciones informáticas sobre nodos especiales conectados o superpuestos a la infraestructura de conmutación telefónica, lo que viene a configurar la denominada red inteligente o IN (intelligent Network) [3].

La red inteligente sirve para prestar servicios que requieren de manejo eficiente de un considerable volumen de datos mediante la centralización de determinadas funciones propias de control y proceso. El fundamento consiste en discontinuar las funciones propias del servicio telefónico dado a un usuario, como son la tasación y el destino final de las llamadas entrantes, de la terminación de red que presta el servicio. Esto se realiza asignando a ese usuario otro número específico del servicio de red inteligente, el cual informa a los usuarios llamantes del tipo de tarifa que se le aplicará por llamadas a ese número. La IN prolonga las llamadas recibidas al número contratado de IN a el / los números de red telefónica básica que determine el cliente, donde son atendidas. Esta red ha sido posible gracias a la confluencia de la tecnología de conmutación digital con los nuevos sistemas de señalización, que permiten el intercambio de información entre todos los puntos de la red rápidamente y en grandes volúmenes, junto con las tecnologías de la información y las modernas técnicas de manejo de bases de datos. La red inteligente, a través de los números 900, ofrece unos servicios con prestaciones adicionales a las que se obtienen de la red telefónica básica, tanto para los clientes que contratan el servicio como para los usuarios que acceden al mismo [5].



1.7 CONMUTACIÓN TELEFÓNICA

Para poder tener una comunicación completa se necesitan establecer enlaces entre todos los puntos. Cuando son muy pocos nodos, el problema no parece grande, pero al aumentar el número de nodos, la cantidad de enlaces crece enormemente, por lo que la configuración de la red se vuelve demasiado compleja de aquí surge la necesidad de la conmutación [5].

En la medida que el número de usuarios aumenta la conexión directa se vuelve imposible como se muestra en la figura 1.5.

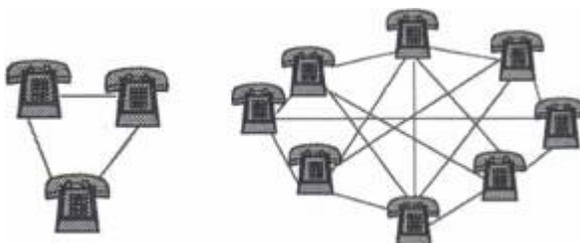


Figura 1.5 La necesidad de conmutación.

Al equipo que nos ayuda a resolver la interconexión de abonados se le denomina central telefónica, a este se conectan todos los equipos de abonado (estrella). De modo tal que la central será la encargada de realizar un enlace temporal entre nodos (o equipos) que están conectados a ella. Aún cuando la tecnología ha cambiado sustancialmente, la función primordial sigue siendo la misma, en la figura 1.6 se muestra la central de conmutación.

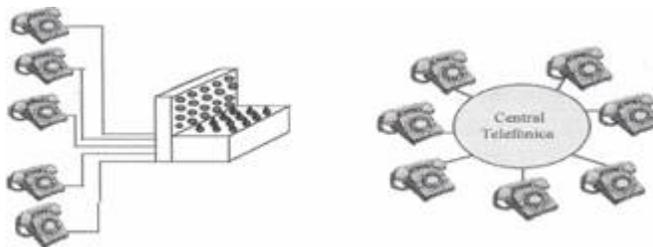


Figura 1.6 La central de conmutación



1.8 LA SEÑALIZACIÓN TELEFÓNICA

El objetivo principal de los sistemas de señalización en una red de telecomunicaciones, es permitir a los sistemas de conmutación intercambiar la información necesaria para el tratamiento del tráfico telefónico. Cuando se está estableciendo o liberando una comunicación, deben enviarse por la red señales de información de control hacia adelante y hacia atrás. Así también, se envía otra información no relacionada directamente con el establecimiento y liberación de la llamada, sino con el estado general y funcionamiento de la red.

El significado de las diversas señales de control, la manera en que deben utilizarse y su forma eléctrica real, son los elementos integrantes de la señalización. Esta norma de señalización se refiere al intercambio e interpretación de la información necesaria para el establecimiento de las comunicaciones y no a la forma en que debe implementarse internamente en cada central [12].

De manera general por señalización se entiende el conjunto de informaciones intercambiadas entre dos puntos de la red (usuario-central o central-central) que permiten:

- ❖ Supervisión (detección de condición o cambio de estado). Comprende la detección de condición o cambio de estado de algún elemento de la red. Por ejemplo: un abonado descuelga, un circuito es tomado, se libera un circuito, etc.
- ❖ Direccionamiento (establecimiento de llamada) Son las funciones realizadas en el establecimiento de la llamada, desde el punto de vista de la identificación y localización exactas de un abonado solicitado. Comprenden la información de numeración, petición de cifras, petición de una repetición, etc.



- ❖ Explotación (gestión y mantenimiento de la red) proporcionar información sobre comunicaciones establecidas. Son necesarias para realizar determinadas funciones de mantenimiento, gestión y contabilidad. Ejemplo, señales de cómputo, bloqueo, etc.

La mejor señalización permite:

- ❖ La supervisión instantánea de colgado y descolgado. - La marcación directa entrante.
- ❖ La conexión troncal-troncal (desvío externo). Estadísticas más precisas (de tráfico, alarmas, etc.).

1.8.1 PRINCIPALES SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN.

En esta sección se mencionan algunos sistemas de señalización ya que es importante conocer algunos detalles muy breves de su funcionamiento y esta descripción se hará de manera cronológica .

El ITU-T (antes CCITT)se ocupó de recomendar los sistemas de señalización a fin de ser usados en las comunicaciones internacionales.

El CCITT comenzó dicha labor con el Sistema de Señalización N°1 en 1934. Este SSN°1 es del tipo de bajo nivel, monofrecuente con un valor de 500 o 1000 Hz interrumpida con una cadencia de 20 Hz para la selección de llamada. Se le utilizó para algunos servicios manuales bidireccionales.

Hacia 1938 el CCITT especificó el SSN°2 para ser usado en servicios semiautomáticos. Consiste de 2 frecuencias ubicadas en 600 y 750 Hz con selección decádica de impulsos.

En 1954 se recomendó el SSN°3. La única frecuencia de señalización para el servicio direccional semiautomático en 2280 Hz tanto para señales de línea como de registro.



El mismo año se recomendó el SSN⁰⁴ que resultó ser el sistema más empleado para tráfico internacional en Europa en redes analógicas. Es aplicado en el servicio direccional automático o semiautomático con frecuencias de 2040 y 2400 Hz para señales de línea o registros .

Hacia 1964 el CCITT determina el SSN⁰⁵ para conexiones internacionales por cable y por satélite. Hacia 1996 este sistema es sustituido totalmente por el SS7.

Para la señalización de línea se recurre a las frecuencias de 2400 y 2600 Hz y para señalización de registro se recurre a 700, 900, 1100, 1300, 1500 y 1700 Hz con transmisión en "código 2 entre 6". Se le usa en servicios semiautomáticos y automáticos en líneas bidireccionales.

Cuando se inició la señalización en multifrecuencia se distinguió entre los procedimientos de código de impulsos como el SSN⁰⁵ y los de señales obligadas como el SSR2. En el primer caso la señal tiene un período de duración fijo y determinado, mientras que en el segundo a cada paso de mensaje se espera la respuesta de confirmación por el canal de retorno para cortar la señal de ida, Esto implica que la señalización por secuencia obligada requiere de mayor tiempo y una duración no determinada, se fijó primero el SSR1 para códigos de impulsos y luego el SSR2 para secuencias obligadas, el SSR1 es apropiado para tráfico semiautomático y automático [12].

Para los servicios de "onda portadora", como se conoce a los multiplexores analógicos (FDM), no es apropiada la señalización dentro de la banda del canal telefónico. Por lo tanto, se concibió la señalización fuera de banda con la frecuencia de 3825 Hz para Europa y 3700 Hz para USA. El SSR2 pertenece a este tipo de señalización. En el SSR2 la señal vocal y la señalización viajan por la misma vía pero en distinta banda, por ello no se interfieren y se puede efectuar el proceso de cómputo o tarifa del tiempo de comunicación mediante señales "hacia atrás" [12].



Se hace distinción entre el código de impulsos (ITU-T No.5 y R1), los de secuencia obligada (R2) y los de secuencia.

1.8.2 LA SEÑALIZACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA BÁSICA

Por señalización se entiende el intercambio de información entre llamante, llamado y la red, con el objetivo de establecer, mantener y liberar la llamada, la información de usuario (el contenido como tal de una conversación telefónica, por ejemplo) no entra en esta clasificación.

Como se ha explicado de manera muy sencilla, se distinguen dos tramos diferentes en el camino que sigue una comunicación telefónica: uno, el comprendido entre el usuario y la central que le da servicio, el bucle de abonado. Otro, el que media entre las centrales de origen y destino de la llamada, cuya longitud puede variar desde unos metros hasta decenas de miles de kilómetros, en el caso de una llamada internacional, lo que implica el paso por múltiples centrales intermedias [3].

En ambos casos la señalización utilizada para el intercambio de comandos (usuario a red entre nodos de red) es diferente y específica del mismo, debiendo de cumplir el objetivo marcado y que el proceso sea imperceptible para el usuario, que en cualquier lugar del mundo actúa de la misma manera, sin necesidad de aprender nuevas reglas cuando se desplaza de un país a otro.

Desde el lado del usuario, con independencia de que la tecnología empleada sea analógica o digital, se sigue el proceso representado por la figura 1.7.

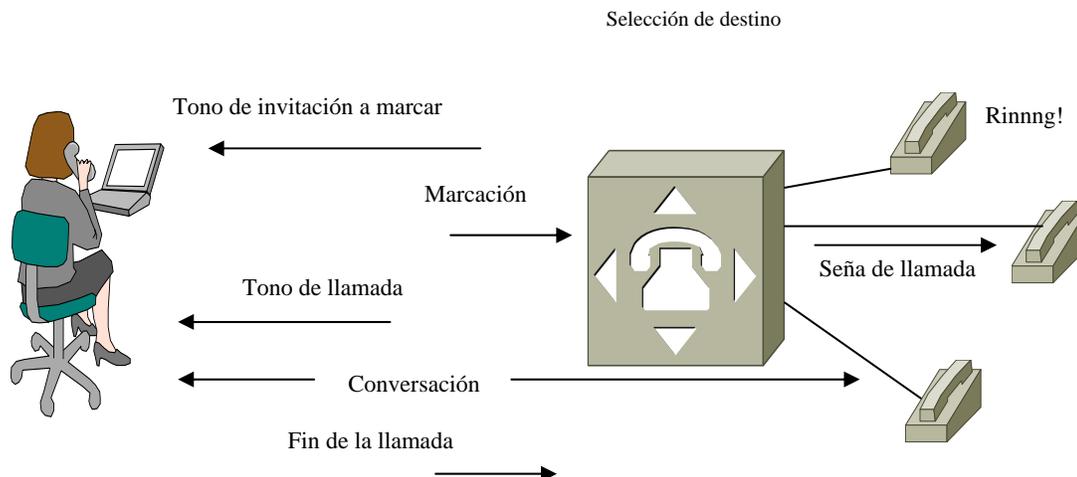


Figura 1.7 Proceso que se sigue en una comunicación telefónica

En ella se muestran las etapas sucedidas desde que se levanta el auricular para hacer una llamada hasta que se da por finalizada la comunicación al colgarlo[12].

1.8.3 SEÑALIZACIÓN POR CANAL ASOCIADO Y CANAL COMÚN

En la parte de red es donde la señalización es más compleja y juega un papel fundamental para el funcionamiento de la red y la oferta de servicios hacia los usuarios, entre ellos los denominados servicios de red inteligente, la señalización se forma entre dos nodos de la red para establecer y controlar un canal de comunicación entre ellos, que prolongando por otros canales con otros nodos establecerá el circuito para esa comunicación, si se pueden considerar dos tipos distintos de señalización: señalización por canal asociado y señalización por canal común [3].

Canal asociado (channel associated signaling). La señalización de línea (para el control de canal) y de registro (para seleccionar el camino a establecer), está directamente asociada al canal que transporta la información. La voz viaja por



los mismos canales y conjuntamente con las señales de control, pudiendo ser la señalización por corriente continua, tonos de frecuencia o digital.

Canal común (common channel signaling). La señalización de todos los canales se opera por un canal específico, dentro de los disponibles. Varios canales de la información se combinan junto con los de señalización dentro de un medio de transmisión común, para lo cual las distintas señales se codifican y mezclan en el extremo del emisor, realizándose el proceso contrario en el receptor, para recuperar la señal digital original [12].

En el sistema de señalización por canal asociado, la señalización viaja junto con las conversaciones, mientras que con la señalización por canal común la señales viajan por su propio camino, constituyendo éstos una red de señalización que transporta información entre las centrales.

La señalización por canal común, cuyo ejemplo es el más significativo del sistema de señalización número 7 del CCITT, reporta muchas ventajas, entre ellas la posibilidad de compartir un dispositivo de señalización común con capacidad de atender miles de llamadas, por lo que se ahorra en equipo, y se transmite mucha más información y más rápidamente que con una señalización multifrecuencia [5].



Capitulo 2

La red de servicios integrados



2.1 INTRODUCCIÓN A RDSI

La RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es, básicamente, la evolución tecnológica de la red telefónica básica (RBT). Al digitalizar todos los elementos de la comunicación, integra multitud de servicios, tanto de voz como de datos, en un único acceso que permite la comunicación digital a la velocidad entre los terminales conectados a ella (teléfono, telefax, ordenador, etc.)

La RDSI se presentó como una red básica de comunicaciones que trataba de integrar redes y servicios que tradicionalmente se cubrían de muy diversas maneras. Esto significa que para ciertos servicios los usuarios van a disponer de varias alternativas para satisfacer sus necesidades concretas: por un lado, las redes convencionales de voz o de datos y, por otro, la solución basada en la RDSI [1].

La RDSI de banda estrecha admite como máximo hasta 2 Mbits/s, mientras que la RDSI de banda ancha empieza a partir de ellos. Es una red evolucionada de la red telefónica integrada digital, que proporciona conectividad digital extremo a extremo y soporta una amplia gama de servicios, a los que acceden los usuarios por medio un conjunto limitado de interfaces multipropósito. La técnica de multiplexación empleada es por división en el tiempo (TDM) y todos sus terminales son digitales [12].

La RDSI, frente a la red telefónica pública convencional, ofrece una serie de ventajas, como son: audio de alta calidad, enlaces digitales a 64 kbits/s, señalización potente (por un canal asociado para el acceso de usuario, y por canal común entre centrales) que proporciona una gran funcionalidad; un único canal de acceso transfiere voz, datos e imagen, además de mejorar la rapidez en el establecimiento de las llamadas.



2.2 DEFINICIÓN DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

La red digital de servicios integrados (RDSI, ó ISDN, Integrated Services Digital Network) suministra el conjunto de servicios datos y voz digitales que están disponibles actualmente en la PSTN. La red ISDN está constituida por interfaces basadas en estándares, protocolos y conjuntos de prestaciones. Esto permite a los abonados contar con dispositivos que sean compatibles con el fabricante, que interopera y proporciona acceso a las prestaciones, los servicios RDSI están disponibles mediante centrales provistas de RDSI, también se pueden ampliar esos servicios a través de la red PSTN utilizando enlaces troncales de SS7 [1].

Los métodos para acceder a la RDSI son:

- ❖ Interfaz de acceso básico (BRI, Basic Rate Interface)
- ❖ Interfaz de acceso principal (PRI, Primary Rate Interface)

Podemos definir una conexión RDSI como se muestra en la figura 2.1 :

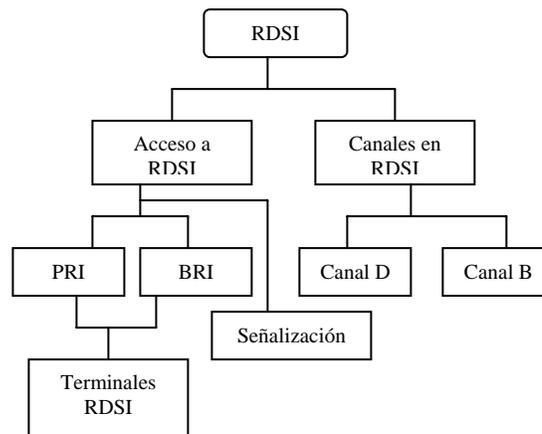


Figura 2.1 Diagrama a bloques de RDSI



2.3 INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (BRI, BASIC RATE INTERFACE)

Entrega dos canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps sobre dos bucles de línea de dos cables de cobre. Los canales B de 64 kbps transmiten datos y voz y el canal de datos D 16 kbps transmite mensajes de control de llamadas y datos de paquetes a 9,6 kbps.

La configuración de referencia para RDSI está definida en la especificación I.411 de la ITU. Los puntos de referencia especifican el medio de transmisión, la interfaz y los conectores.

Punto de referencia U. El punto de referencia U especifica las características transmisión de bucle local. Para BRI, esta interfaz de dos cables opera a 160 kbps (2b+D+16 kbps por carga) por cables de cobre trenzado estándar.

Punto de referencia S/T. Para la velocidad de acceso básico, esta interfaz proporciona una conexión de cuatro cables terminales compatibles con RDSI o adaptadores de terminal, la interfaz opera a 144 kbps (2B+D) entre dispositivos RDSI y el dispositivo de terminación de red. Se pueden conectar hasta 8 dispositivos RDSI a la interfaz S/T [1].

Punto de referencia R. Este punto de referencia proporciona conexión para dispositivos no RDSI, dichos dispositivos se conectan al adaptador de terminal. La configuración y los puntos de referencia de BRI se especifica en la figura 2.2.

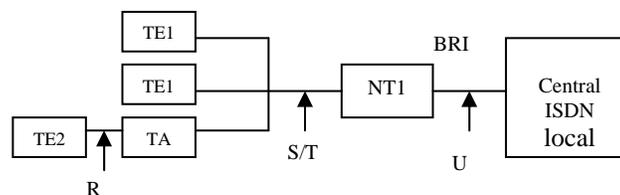


Figura 2.2 Puntos de referencia BRI de RDSI.



2.4 INTERFAZ DE ACCESO PRINCIPAL

La PRI (interfaz de acceso principal) corresponde a dos velocidades principales: 1,544 Mbps (T1) y 2,048 Mbps (E1). La PRI se utiliza en aplicaciones empresariales medianas y grandes, la PRI consta de canales B y un canal D de 64 kbps. La estructura de la interfaz para T1 es 23B + D (Estados Unidos y Japón). La estructura de la interfaz para E1 es 30B + D (Europa).

La configuración y referencias de PRI se especifican en la Figura 2.3.

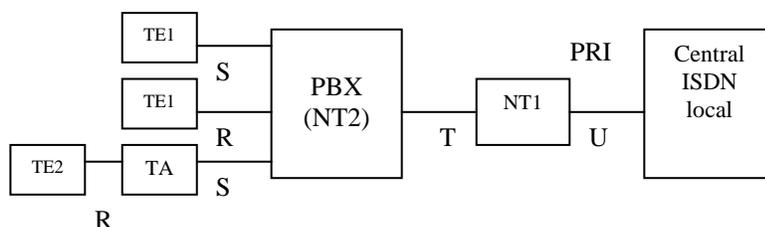


Figura 2.3 Puntos de referencia de PRI de RDSI.

La configuración y los puntos de referencia de PRI son similares a los BRI. A continuación se explican las diferencias entre ambos modelos de referencia:

Puntos de referencia U. En PRI, la interfaz U tiene cuatro cables y opera a las velocidades PRI (1,544 Mbps) o E1 (2,048 Mbps).

Punto de referencia T. En PRI, la interfaz T proporciona acceso al dispositivo de terminación de red 2 (NT2).

NT2. El equipo PBX puede proporcionar funciones NT2, como multiplexación, terminación de la interfaz y mantenimiento. NT2 también proporciona conexiones a TE1 compatibles con RDSI y a TE2 no compatibles con RDSI [1].



2.5 CANALES EN LA RDSI

Las líneas RDSI contemplan varios tipos de canales figura 2.4.

Canal B: Transporta la voz o los datos generados por el terminal del usuario (a una velocidad nominal de 64kbit/s).

Canal D: Transporta la señalización de usuario para la llamada (a una velocidad de 16 ó 64 kbits/s) y también puede utilizarse para transmitir simultáneamente datos por conmutación de paquetes.

Estos canales se pueden agrupar desde el punto de vista de instalación del cliente bien en la modalidad más sencilla o acceso básico (dos canales B y un canal D de 16 kbit/s) o en forma de acceso primario (30 canales B y un canal D, en este caso de 64 kbit/s) [5].

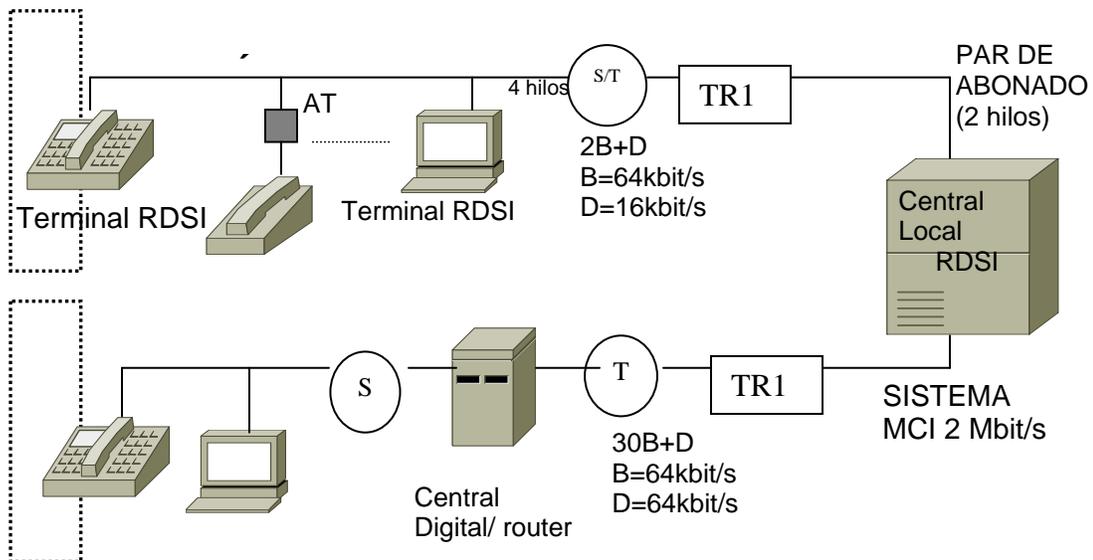


Figura 2.4 Accesos Básicos y Primarios en la RDSI. En esta figura, al no existir TR2, el acceso de usuario se conecta directamente a la central RDSI



Acceso básico proporciona 2 canales B de 64 kbits/s (dos comunicaciones simultáneas) y un canal D de 16 kbit/s para señalización y control de los anteriores.

Está soportado por una instalación a cuatro hilos, dos para transmisión y dos para recepción, en configuración de bus de datos denominado bus pasivo, al que se pueden conectar hasta 8 terminales, si bien sólo dos de ellos pueden estar en comunicación simultáneamente.

La interfaz de acceso del usuario se denomina interfaz S y la denominada interfaz U, soportado por dos hilos físicos, conecta el domicilio del usuario con la central RDSI y se materializa el bucle de abonado. La terminación de red TR es la terminación física de la línea (PTR) y el punto de separación entre el operador y el usuario. Si el terminal genera la información en una forma no adecuada para la transmisión RDSI, se necesita un adaptador de termina (AT).

El acceso primario proporciona 30 canales B de 64 kbit/s (30 combinaciones simultáneas) y un canal D de 64 kbit/s para la señalización y el control de canales B. En la instalación de usuario se dispone de 2.048 kbits/s (E1) que se puede estructurar de varias maneras. Está pensado para usuarios con grandes necesidades de comunicación y se suele utilizar para conectar centrales de abonado, redes de área local y otros dispositivos que generan grandes flujos de información [5].

2.6 CONEXIÓN DE TERMINALES RDSI

Las instalaciones en las dependencias de los usuarios están constituidas por una red interna denominada bus pasivo. A ella se pueden conectar para el acceso básico, hasta un total de 8 terminales, cada uno con su número telefónico propio, en los que se pueden generar y recibir llamadas, aunque sólo pueden establecerse dos comunicaciones simultáneas.



Los usuarios emplean un equipo denominado terminación de red 1 (TR1), para conectar terminales a la RDSI. La TR1 equipa una interfaz U a dos hilos hacia la red y un interfaz S/T a 4 hilos y 192 kbit/s en dirección a los terminales. La terminación de red 2 (TR2) es una agrupación funcional, como puede ser una PBX o una LAN, que realiza funciones de conmutación local y / o multiplexación a la que por un lado se conectan los usuarios y por otro la TR1. Normalmente, se requiere cuando se emplea un acceso primario.

La interfaz S0 es el punto donde se conectan los terminales de RDSI. Se puede conectar un único equipo terminal (ET) en cuyo caso se alcanza hasta 1 km desde la central y se denomina configuración punto a punto. En otro caso es posible conectar hasta 8 terminales empleando un bus pasivo de distribución que puede ser corto, hasta 200 metros, o extendido, llegando hasta 600 metros. En este último caso, la conexión se limita a un máximo de sólo dos terminales.

La red de conexión de terminales esta formada por un cable de dos pares que discurre desde la TR1, según distintas topologías figura 2.5, hasta un punto extremo en el que se conectarán unas resistencias de terminación (Tr) para evitar reflexiones de la señal [5].

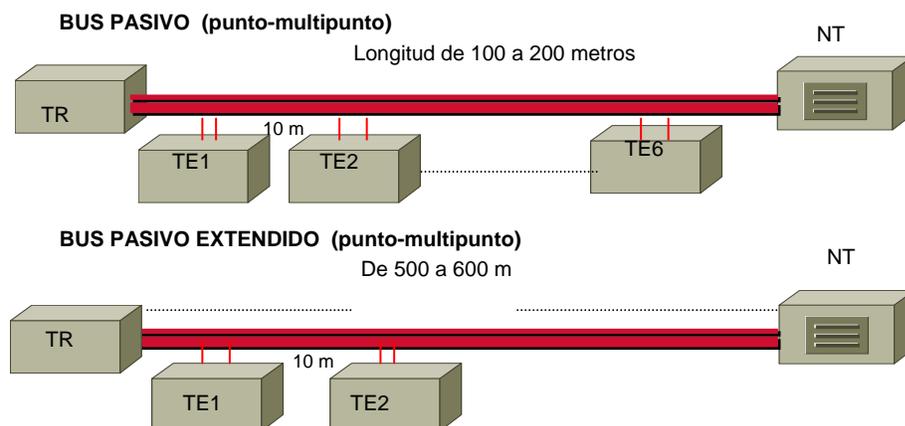


Figura 2.5 Conexión de terminales en RDSI empleando la interfaz S0



2.7 SEÑALIZACIÓN EN LA RDSI

En la RDSI existen dos áreas claramente diferenciadas que utilizan señalizaciones distintas, de una parte se encuentra la conexión usuario-red, que emplea la señalización por canal D, y de otra, la conexión entre nodos de la red que hace uso de la señalización por canal común SS7 [12].

Señalización usuario red: La señalización usuario red por canal D recibe el nombre de DSS 1 (Digital subscriber signaling 1), sistema de señalización usuario digital, cuya estructura está basada en las capas 1 a 3 del modelo OSI de las normas ISO.

Señalización entre nodos: Para señalización entre nodos que forman la red de soporte RDSI se emplea la señalización SS7 por canal común. Utilizando un canal de 64 kbit/s para la transmisión de la información, que puede ser uno de los canales que cursan tráfico normal o un enlace de señalización dedicado [12].

2.8 LA RDSI DE BANDA ANCHA

La RDSI de banda ancha (RDSI-BA) es el resultado de la evolución de la RDSI (conocida ahora como RDSI de banda estrecha) para soportar mayores velocidades y posibilitar servicios avanzados como la transmisión de teléfono. Fue en 1998 cuando el CCITT aprobó la primera recomendación para la RDSI-BA. En ella se define la RDSI-BA como “un servicio que requiere canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que la velocidad primaria”. Se definió ATM (modo de transmisión asíncrono) como la tecnología de conmutación a utilizar estableciéndose en 155 Mbit/s la velocidad que debía soportar [5].

Para ofrecer vídeo de alta resolución (sin tratamiento para la señal para eliminar redundancias) se necesitan velocidades de unos 100 Mbit/s. Para soportar uno



o más servicios interactivos distribuidos, por ejemplo, vídeo, teléfono y paquetes de programas de televisión, se necesita una velocidad de línea de abonada de unos 500 Mbit/s. La única tecnología que permite esas velocidades es la fibra óptica. Por tanto, un condicionante para la introducción de la RDSI-BA es el ritmo de introducción de la fibra en el bucle de abonado.

El dispositivo de conmutación debe admitir un amplio rango de velocidades diferentes y de parámetros de tráfico, razón por la que se utiliza una tecnología de conmutación de paquetes con los protocolos ATM. La estructura de una red de este tipo se forma, por ejemplo, con anillos de fibra óptica unidos por conmutadores en la red de acceso. La distribución al abonado es por fibra, por fibra/coaxial o xDSL, y una red troncal en malla sobre unos grandes anillos con centros de tránsito [5].

2.9 TECNOLOGÍAS DE LA FAMILIA xDSL

Antes de comenzar a tratar lo que es VoIP, se presentan tecnologías previas pero que de alguna manera deben mencionarse para poder hacer un balance entre estas tecnologías directamente contra VoIP [3].

Las características de las tecnologías pertenecientes a las tecnologías xDSL se muestra en la tabla 2.1. Se presenta una atención especial al funcionamiento técnico. Existen variaciones nuevas, como por ejemplo la multispeed DSL (MDSL), pero son relativamente recientes, tecnologías abanderadas por uno u otro distribuidor, y que son difícilmente aceptables como miembros de la familia de pleno derecho.

El orden que se ha establecido ha sido cronológico. Esto es HDSL fue lo primero que apareció. Recordemos que los límites de velocidad y distancia se deben tratar con cautela; los consideraremos parámetros de diseño, no unas reglas inflexibles. Los distribuidores destacan el “envoltorio” de xDSL, por lo que



en muchos casos es posible encontrarse con productos HDSL basados en modulación de multimodos discreta (DMT- Discrete Multitone), ADSL a 1.5 Mbps con un alcance de hasta 5,5 Kilómetros, y SDSL con un soporte analógico por medio de filtros. Los miembros de la familia xDSL mostrados en la tabla 2.1 se explican a continuación:

- ❖ HDSL/HDSL2 – High-bit-rate DSL (DSL de Alta velocidad). Como se mencionó previamente, HDSL opera a 1,544 Mbps (la velocidad de la T1) en los Estados unidos, y a 2,048 Mbps (la velocidad de la E1) en prácticamente todo el resto del mundo.

Nombre	Significado	Velocidad	Modo	Comentario
HDSL/HDSL2	DSL de alta velocidad	1,544 Mbps 2,048 Mbps	Simétrico Simétrico	Utilizaban 2 pares de hilos HDSL2 utiliza un par de hilos
SDSL	DSL de par único	768 kbps	Simétrico	Utiliza un par de hilos
ADSL	DSL asimétrico	De 1,5 Mbps 8Mbps	Sentido Downstream (descendente)	Utiliza 1 par de hilos mínima longitud de bucle de 5,5 kms.
RADSL	DSL de velocidad adaptable	De 1,5 Mbps 8Mbps	Sentido Downstream (descendente) sentido Upstream (ascendente)	Utiliza un par de hilos pero puede adaptar la velocidad de datos a las condiciones de la línea
CDSL	DSL de consumidor	Hasta de 1Mbps de 16 a 128 kbps	Downstream Upstream	Utiliza un par de hilos pero necesita equipos remotos en casa
IDSL	DSL de RDSI	Igual que el interfaz básico (BRI) de la RDSI	Simétrico	Utiliza un par de hilos denominado "Bri sin conmutador"
VDSL	DSL de muy alta velocidad	De 13 a 52 Mbps de 1,5 a 6,0 Mbps	Downstream Upstream	Velocidades muy elevadas. De 300 a 1300 de longitud máxima de bucle. Para funcionar necesita una red de fibra y ATM.

Tabla 2.1 La familia xDSL en particular



El HDSL original a 1,544 Mbps utilizaba 2 pares de cobre y se extendía hasta 4,5 kilómetros. E1 HDSL a 2,048 Mbps necesitaba 3 pares para la misma.

- ❖ distancia (pero no más). Las últimas versiones de HDSL, conocidas como HDSL2, emplean sólo un par de hilos y se espera que se conviertan en un estándar para garantizar la compatibilidad entre equipos.
- ❖ SDL – Symmetric (o ingle Pair) DSL (DSL Simétrico, o de par único). Si el objetivo de la tecnología xDSL es la reutilización de bucles locales analógicos, entonces quizá lo mejor sea emplear un único par de hilos, que es de lo que se componen los bucles locales analógicos. SDSL utiliza sólo un par de hilos, pero tiene su tope de 3 kilómetros, al menos en sus especificaciones de diseño. No obstante , las velocidades son la misma que en HDSL. SDL se ofrece normalmente a 768 kbps. Dado que parece que HDSL2 hará todo lo que puede hacer SDSL, y seguramente algo más, parece probable que SDSL sea “canibalizado” por HDSL2.
- ❖ ADSL – Asymmetric DSL (DSL Asimétrico). SDSL utiliza solo un par de hilos, pero la necesidad de soportar velocidades simétricas, limita la distancia, ADSL aprovecha la naturaleza asimétrica de muchos servicios de banda ancha y a la vez amplía la distancia de hasta los 5,5 kilómetros.
- ❖ RADSL – Rate Adaptive DSL (DSL de velocidad adaptable). Normalmente, cuando se instala un equipo se asume que se cumplen algunos criterios mínimos para operar a una velocidad dada. Esto ha sido así con tecnologías anteriores, tales como las portadora – T o la RDSI. De todos modos, RADSL, al utilizar la modulación DMT (características también de ADSL) puede adaptarse a cambios en las condiciones de la línea y ajustar las velocidades por separado para minimizar en rendimiento de cada línea individual.



- ❖ CDSL – Consumer DSL (DSL de consumidor). Aunque está relacionada de manera cercana con ADSL y RADSL, CDSL mantiene algunas diferencias para ostentar una entrada en la tabla. CDSL es generalmente más modesto en términos de velocidad y distancia comparada con ADSL y RADSL, pero tiene una clara ventaja: con CDSL no hay que preocuparse por los dispositivos conocidos como splitters (filtros). La función de estos filtros en casa del usuario es la de permitir la utilización de teléfonos y faxes de la misma manera que se utilizaban con anterioridad.
- ❖ IDSL – ISDN DSL (DSL de RDSI). Esta técnica toma el acceso básico (BRI) de la RDSI, compuesto por canales 2B+D, que opera a 144 bbps (dos canales B a 64 kbps cada uno y un canal D a 16 kbps), y los desvía del conmutador de voz de la RTC para dirigirlos a equipos xDSL. IDSL también funciona sobre un par de hilos que alcanza 5,5 kilómetros.
- ❖ VDSL – Very High-Speed DSL (DSL de muy alta densidad). El miembro más reciente de la familia, VDSL, es considerado como el último objetivo de la tecnología DSL, las velocidades son las más altas posibles, pero con un alcance sólo entre 300 y 1,300 metros sobre un par trenzado. Esto no es un problema para VDSL. VDSL espera encontrar una red de fibra en ese punto, y también tiene proyectado transportar celdas ATM (Asynchronous Transfer Mode Modo de transferencia asíncrono), no como una opción, pero sí como una recomendación [3].

2.9.1 LA TECNOLOGÍA ADSL

La tecnología de línea digital de abonado asimétrica es mucho más que un método rápido para descargar páginas web hacia una PC convencional, ADSL forma parte de una compleja arquitectura de red que goza del potencial de ofrecer a usuarios residenciales y de pequeñas empresas todos los nuevos



servicios de banda ancha. En este contexto entendemos por banda ancha aquellos que necesitan un enlace con una velocidad superior a 1 o 2 Mbps [3].

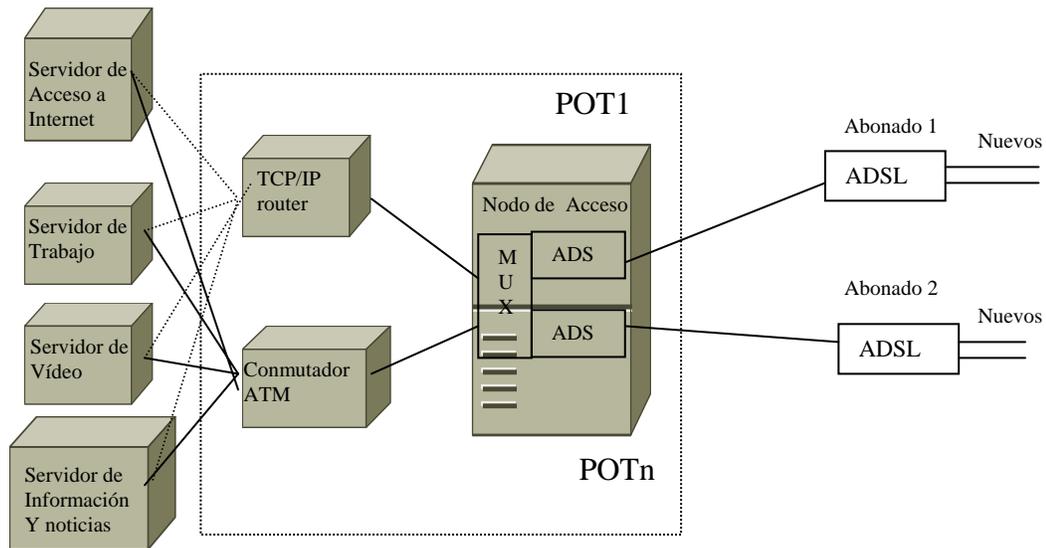


Figura 2.6 Una red ADSL

En la versión más sencilla de esta arquitectura, los abonados sólo necesitarán un módem ADSL. Como se muestra en la figura 2.6. Este dispositivo cuenta con conectores RJ-11 normales que soportarían teléfonos analógicos existentes en la casa o en la oficina. Otros puertos como quizá un 10 Base-T Ethernet, conectarían PC ó TV set-top boxes (decodificadores) para disponer de una gran variedad de servicios, como acceso a alta velocidad a Internet , o vídeo de bajo demanda, Un filtro separa el servicio POTS (servicio telefónico) de los servicios digitales. En muchos casos, Se puede necesitar un cableado adicional, pero queda fuera del área de competencia de la red ADSL porque el cableado interior pertenece al dueño local. En la central local, el servicio de voz analógica se dirige hacia el conmutador de voz con ayuda de otro filtro. El bucle local ADSL finaliza ahora en un nodo de acceso ADSL en lugar de llegar directamente al conmutador de la central local. El nodo de acceso ADSL en



lugar de llegar directamente al conmutador local de la central, el nodo de acceso (un tipo de multiplexor de acceso DSL, o DSLAM) multiplexa varias líneas ADSL. En otro extremo del nodo de acceso, se pueden mantener enlaces a enrutadores TCP/IP (transmisión control protocol) o a conmutadores ATM (asynchronous transfer mode). Estos conmutadores o enrutadores permiten a los usuarios acceder a los servicios de su elección, obsérvese que estos servicios se pueden encontrar localizados en la misma central, si son proporcionados por el LEC (local exchange carrier), o por un operador de la competencia con el que se tenga un acuerdo de interconexión, en muchos casos, los servidores se pueden encontrar al otro lado de la calle, separados de la central local por un cable.

Normalmente, los servicios incluirían acceso a Internet, un servidor de trabajo, vídeo bajo demanda, e incluso servidores de noticias e información (financiera o de cualquier tipo). Se puede observar que estos servicios pueden ser proporcionados sobre TCP / IP o sobre ATM – ADSL soporta ambos [3].



Capitulo 3

Voz sobre IP



3.1 INTRODUCCIÓN

VoIP viene de Voice Over Internet Protocol. VoIP intenta permitir que la voz viaje en paquetes IP.

La tecnología VoIP conjuga dos mundos históricamente separados, la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz, previamente digitalizada, entre dos puntos distantes. Esto posibilita utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas y también, desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información [13].

La VoIP, por lo tanto, no es en sí mismo un servicio, sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales PSTN (*Public switched Telephone Network*), las redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las conversaciones vocales, se basaban en el concepto de conmutación de circuitos, o sea, la realización de una comunicación que requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación convencional [6].

En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos para la conversación, sino que envía múltiples de ellas (conversaciones) a través del mismo canal codificadas en paquetes y flujos independientes [12].

Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma. En la figura 3.1 se muestra una propuesta de una red VoIP.

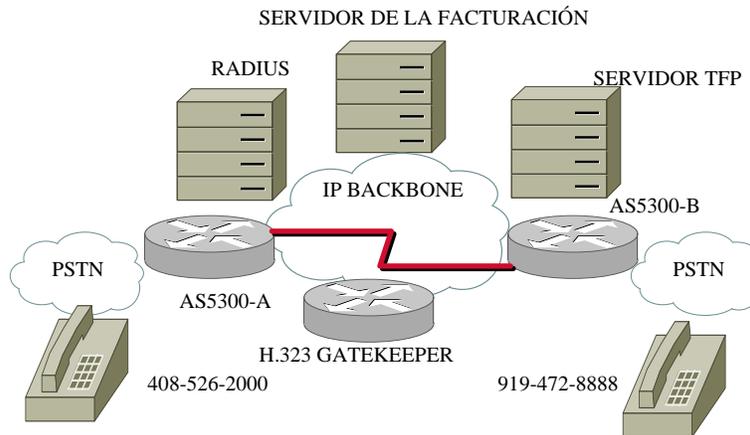


Figura 3.1 Componentes de la red H.323 de BOWIE. net. que converge con la PSTN

Según esto son evidentes las ventajas que proporciona el segundo tipo de red, ya que con la misma infraestructura podrían prestar más servicios y además la calidad de servicio y la velocidad serían mayores; pero por otro lado también existe la gran desventaja de la seguridad, ya que no es posible determinar la duración del paquete dentro de la red hasta que este llegue a su destino y además existe la posibilidad de pérdida de paquetes, ya que el protocolo IP no cuenta con esta herramienta [1].



3.2 DEFINICIÓN DE VOIP

La Voz sobre IP (VoIP), es la tecnología que permite la transmisión de fragmentos auditivos a través de Internet. VoIP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos, que son transportados a través de redes de datos, basándose en el protocolo H.323 el cual define gateways(interfaces de telefonía con la red), los gateways establecen la conexión con la PSTN (red telefónica publica conmutada) para establecer la llamada. También define gatekeepers (componentes de conmutación) que norman la manera de establecer, enrutar y terminar llamadas telefónicas a través de Internet.

En la figura 3.2 se muestra el diagrama a bloques de VoIP.

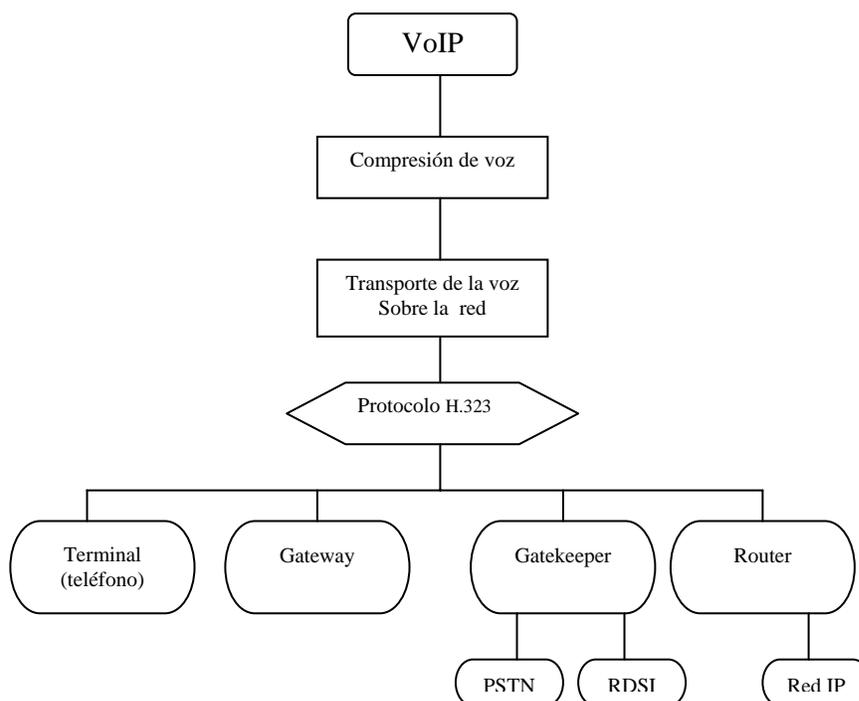


Figura 3.2 Diagrama a bloques de VoIP.



3.3 ANÁLISIS DE VOIP

Uno de los aspectos más importantes de esta tecnología es la conversión de las señales de voz estándar, en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes toma el tráfico de la red telefónica pública y lo coloca en redes IP previamente acondicionadas. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que se pueden transportar como IP nativo o como IP Ethernet, Frame Relay o ATM [2].

Hoy en día las arquitecturas inter operables de Voz sobre IP se basan en la especificación H.323 versión 2, que define gateways (interfaces de telefonía con la red) y gatekeepers (componentes de conmutación interficina), y sugiere la forma de implementar, enrutar y finalizar llamadas telefónicas a través de Internet, actualmente se están realizando propuestas de otras especificaciones en los consorcios industriales tales como SIP, SGCP e IPDC, las cuales ofrecen ampliaciones en lo tocante al control de llamadas y señalización dentro de arquitecturas de voz sobre IP. La Figura 3.3 es la propuesta de 3Com para una red VoIP [10].

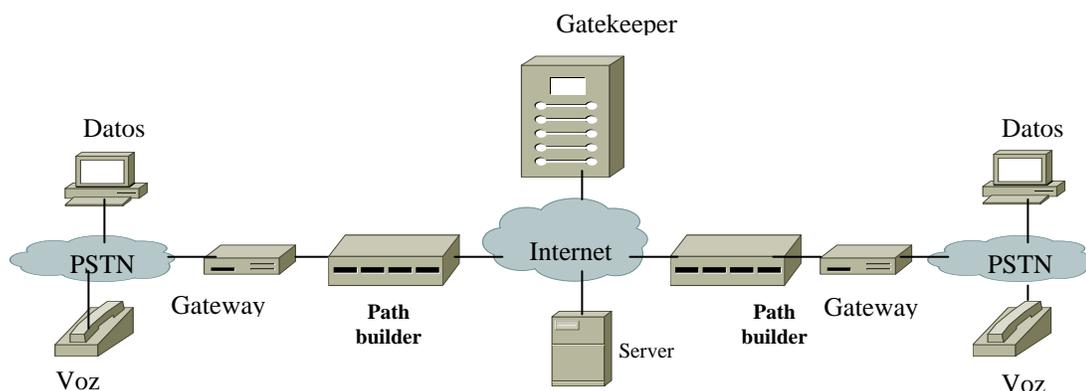


Figura 3.3 Red de telefonía sobre IP propuesta de 3Com



3.4 COMPRESIÓN DE VOZ

Se utilizan dos variaciones básicas de PCM de 64 kbps: la ley μ y la ley a. Los métodos se parecen en que ambos utilizan compresión logarítmica para alcanzar de 12 a 13 bits de calidad PCM lineal de 8 bits, pero se diferencian en detalles de compresión relativamente menores (la ley μ tiene una ligera ventaja en la capa baja, rendimiento en relación señal a ruido). Su utilización está históricamente a países y regiones fronterizas. En América del Norte se utiliza la ley μ y en Europa la ley a. Es importante tomar nota de que cuando se realiza una llamada de larga distancia, cualquier conversación que requiere un cambio de ley μ a ley a es responsabilidad del país de la ley μ [1].

Otro método de compresión utilizado a menudo es la modulación por impulsos codificados diferencial y adaptable (ADPCM, adaptive Differential Pulse Code Modulation). Un ejemplo de utilización común de la ADPCM es la ITU-T G.726, que codifica utilizando muestras de 4 bits, lo que da una velocidad de transmisión de 32 Kbps. A diferencia de la PCM, los 4 bits no codifican directamente la amplitud de la voz, sino que codifican las diferencias de la amplitud, así como la velocidad de cambio de esa amplitud, empleando alguna predicción lineal rudimentaria [8].

PCM y ADPCM son ejemplos de codificación por forma de ondas, técnicas de compresión que explotan las características redundantes de las forma de ondas, en los últimos 10 años se han desarrollado nuevas técnicas que llevan más allá del conocimiento de las características de la generación de la voz, estas técnicas emplean procedimientos de procesamientos de señales que comprimen la voz enviando sólo información paramétrica simplificada sobre la vibración y modulación de la voz original, necesitando menos ancho de banda para transmitir esa información [7].



Estas técnicas se pueden agrupar generalmente como Códecs de origen, e incluyen variaciones como la codificación con predicción lineal (LPC, Lineal Predictive Coding), la compresión de predicción lineal con extracción CELP, code Excited Linear Prediction Compresión) y la MP-MQL (Multipulse, Multilevel Quantization).

3.4.1 EI CÓDEC

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Códecs que garanticen la codificación y compresión del audio y/o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el códec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos [16].

Entre los códecs utilizados en VoIP encontramos los G.711, G.726, G.728, G.723.1 y el G.729 (especificados por la ITU-T).

Debido al incremento de las computadoras en la década de los sesentas el módem se posiciono como un dispositivo común, también en este tiempo se dio el primer gran esfuerzo a gran escala para digitalizar voz y enviarla sobre un acoplamiento de comunicación digital. Los acoplamientos utilizaban señales digitales en lugar de señales análogas, la diferencia que hay de la información enviada a través de los acoplamientos digitales reside en que la información odia ser análoga (voz) o digital (de una PC), la cuestión aquí era como se podría enviar voz análoga sobre un acoplamiento digital, debido a esto se genero un codificador/decodificador, o códec, que se define como una clase de códec en reversa. Es decir, en vez de información digital para ó desde una línea análoga, el códec tomaba información análoga (voz) para o desde una línea



digital, los códecs fueron utilizados para convertir muchas llamadas de voz a llamadas digitales y enviarlas sobre dos pares de cable sin blindaje de par trenzado telefónico, formando un acoplamiento digital para después agregar la multiplexación. Este fue el primer uso de voz digitalizada en la PSTN [15].

3.4.2 NORMAS DE CODIFICACIÓN DE VOZ

La ITU-T normaliza los esquemas de codificación PCM y ADPCM en sus recomendaciones en la serie G. Entre los estándares de codificación más populares para la telefonía y voz por paquetes se incluyen:

- ❖ G.711. Describe la técnica de codificación de voz PCM de 64 kbps; también la voz codificada con G.711 esta en formato correcto para la entrega de voz digital en la red telefónica pública o a través de intercambio privado en tramas (PBX).
- ❖ G.726 Describe la codificación de ADPCM a 40,32,24 y 16 kbps; también se puede intercambiar voz ADPCM entre voz por paquetes y telefonía pública o redes PBX, suponiendo que estas últimas tienen la capacidad ADPCM.
- ❖ G.728. Describe una variación debajo retraso de 16 kbps de una compresión de voz CELP.
- ❖ G.729. Describe la compresión CELP que permite que la voz sea codificada en corriente de 8 kbps; dos variaciones de este estándar difieren ampliamente en cuanto a complejidad de complejidad de computación, y ambas proporcionan generalmente una calidad de voz tan buena como la ADPCM de 32 kbps.
- ❖ G.723.1. Describe una técnica de compresión que se puede utilizar para comprimir voz u otros componentes de señales de audio de servicios multimedia a una baja velocidad de bit, como parte de la familia de estándares H.324. Dos velocidades de bit están asociadas con el codificador: 5,3 y 6,3 kbps. La velocidad de bit más alta se basa en la



tecnología MP-MLQ y proporciona una mayor calidad. La velocidad de bit más baja se basa en CELP y proporciona buena calidad, y permite que los diseñadores del sistema tengan flexibilidad adicional [9].

3.4.3 PÉRDIDA DE PAQUETES

En las redes de datos, la pérdida de paquetes es común y esperada, muchos protocolos de datos utilizan la pérdida de paquetes para conocer las condiciones de la red y poder reducir el número de paquetes que están enviando[7].

Cuando se genera un tráfico muy intenso en las redes de datos, es importante controlar la cantidad de pérdida de paquetes que hay en esa red.

Cisco systems ha estado generando tráfico sensible al tiempo en las redes de datos durante muchos años, empezando por el tráfico de la arquitectura de redes de sistemas (SNA, Systems Network Architecture). Con protocolos como SNA, que no toleran la pérdida de paquetes, se necesita construir bien una red que pueda priorizar los datos sensibles al tiempo por delante de los datos pueden manejar el retraso y la pérdida de paquetes.

Cuando se genera voz en redes de datos, es importante construir una red que transporte con éxito la voz de manera fiable y oportuna, resulta de gran ayuda poder utilizar un mecanismo para hacer que la voz sea resistente a la pérdida periódica de paquetes.

Cisco Systems ha desarrollado muchas herramientas de calidad de servicio (QoS) que permiten a los administradores clasificar y administrar el tráfico a través de una red de datos. Si en una red de datos esta bien construida, se pueden mantener la pérdida de paquetes en un punto mínimo [1].

La implementación de VoIP de Cisco Systems permite al router de voz responder a la pérdida periódica de paquetes. Si un paquete de voz no es



recibido cuando se esperaba (el tiempo esperado es variable), se da por hecho que se ha perdido y se vuelve a repetir el último paquete recibido, como se muestra en la figura 3.4.

Como el paquete perdido solo tiene 20 ms de voz, el oyente medio no aprecia la diferencia en la calidad de la voz.

Al utilizar la implementación G.729 de Cisco para VoIP se puede decir que cada línea de la figura 3.4 representa un paquete. Los paquetes 1,2 y 3 alcanzan su destino, pero el paquete 4 se ha perdido en algún sitio durante la transmisión. La estación receptora espera durante un periodo de tiempo (por su búfer de fluctuación de fase) y luego ejecuta una estrategia de ocultamiento.

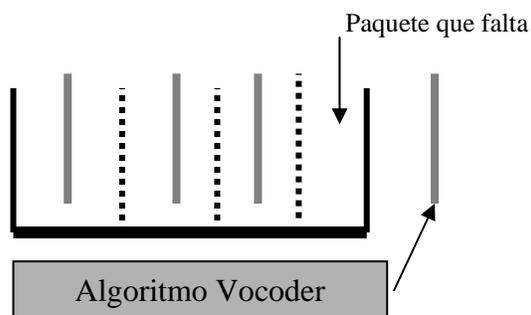


Figura 3.4 Pérdida de paquetes con G.729

Esta estrategia de ocultamiento vuelve a repetir el último paquete recibido (en este caso, el paquete 3) por lo que el oyente no aprecia que hay algunos silencios. Como la voz perdida sólo es de 20 ms, el oyente no apreciará la diferencia. Se puede realizar esta estrategia de ocultamiento sólo si se pierde un único paquete. Si se perdieran múltiples paquetes de forma consecutiva, la estrategia de ocultamiento se ejecuta una sola vez hasta que se reciba otro paquete [1].

Debido a la estrategia de ocultamiento de G.729 de modo empírico se puede decir que G.729 tolera hasta un cinco por ciento la pérdida de paquetes como medida a lo largo de toda una conversación [2].



3.4.4 MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS

Aunque la comunicación analógica es ideal para la comunicación humana, la transmisión analógica no es ni robusta ni eficaz para recuperarse del ruido de la línea. En las primeras redes de telefonía, cuando se pasaba una transmisión analógica a través de los amplificadores para aumentar la señal, no sólo se incrementaba la voz sino también el ruido de la línea. Este ruido de línea tenía como resultado una conexión que a menudo era inutilizable.

Es mucho más fácil separar muestras digitales, que están formadas por bits 1 y 0, del ruido de la línea. Por tanto cuando se generan señales analógicas como muestras digitales, se mantiene un sonido limpio. Cuando las ventajas de esta presentación digital se hicieron evidentes, la red telefónica migró a la modulación por impulsos codificados (PCM) [4].

La PCM convierte el sonido analógico en formas digitales muestreando el sonido 8000 veces por segundo y convirtiendo cada muestra en un código numérico. El teorema de Nyquist afirma que si se muestrea una señal analógica a una velocidad dos veces superior a la frecuencia de interés más alta, se puede reconstruir de nuevo de manera exacta esa señal en su forma analógica. Como la mayoría del contenido de voz está por debajo de 4000 Hz (4kHz), se requiere de una velocidad de muestreo de 8000 veces por segundo [10].

3.4.5 CONVERSIÓN DIGITAL A ANALÓGICO

Los problemas de conversión digital a analógico (D/A) abundan también en las redes Toll. A pesar de que todas las redes backbone telefónico en los países del primer mundo son digitales, en algunas ocasiones ocurren conversiones D / A múltiples.

Cada vez que una conversación pasa de lo digital a lo analógico y viceversa, la voz o forma de onda como tal es menos “verdadera por llamarla así. Aunque las redes toll de hoy en día son capaces de manipular al menos siete conversaciones D / A antes de que la calidad de voz sufra algún daño, por la



palabra comprimida entendemos que es menos robusta dadas estas conversiones.

No hay que perder de vista que la conversión D / A debe estar bajo la administración de un entorno estrictamente de voz comprimido. Al estar utilizando G.729, sólo dos conversaciones D / A provocan que la calidad de la voz disminuya rápidamente. La alternativa que tenemos de administrar la conversión D / A es contar con entornos VoIP de diseño que utilizo el diseñador de la red, previendo el menor número de D / A [9].

3.5 LA CODIFICACIÓN TÁNDEM

Los conmutadores de circuitos se encuentran organizados en un modelo jerárquico en el que los conmutadores más altos de la jerarquía reciben el nombre de conmutadores tándem. Los conmutadores tándem no terminan en ningún bucle local; en su lugar, fungen como un conmutador de capa superior. En el modelo jerárquico, pueden existir varias capas de conmutación de circuitos tándem, como podemos observar en la figura 3.5. Esto nos va a permitir una conectividad extremo a extremo para todo aquel que cuente con un teléfono, sin la necesidad de contar con una conexión directa entre cada casa del planeta [11].

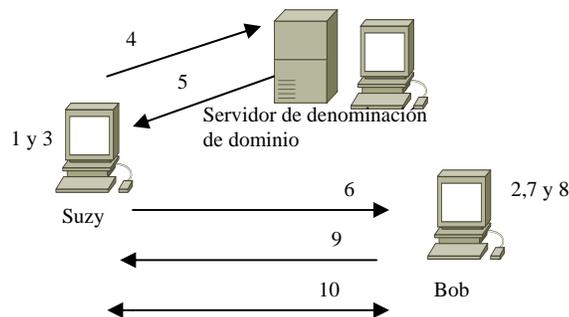


Figura 3.5 Jerarquía de conmutación tándem



En la figura 3.5 se visualiza tres conmutadores de circuitos separados para transportar una llamada de voz. Una llamada de voz que pasa a través de dos conmutadores TDM y un conmutador tándem no incurre en ninguna degradación de la calidad de la voz, ya que esos conmutadores de circuitos emplean canales de 64 kbps, si los conmutadores TDM comprimen la voz y el conmutador tándem debe descomprimir y volver a comprimir la voz, la calidad de ésta se verá drásticamente afectada, si bien la compresión y descompresión no son comunes en la PSTN en la actualidad, se debe planificar y diseñar en las redes de paquetes [1].

La degradación de la voz cuando se tiene más de un ciclo de compresión / descompresión en cada llamada telefónica. La Figura 3.6 nos ilustra el escenario de cuando se puede presentar esta situación.

La figura 3.6 describe tres routers VoIP conectados y actuando como líneas tie entre un sitio central tres PBX de sucursales remotas. La red está diseñada para colocar toda la información del plan de marcación en el PBX del sitio central. Esto es lo habitual en muchas redes de empresas para centralizar la administración del plan de marcación [4].

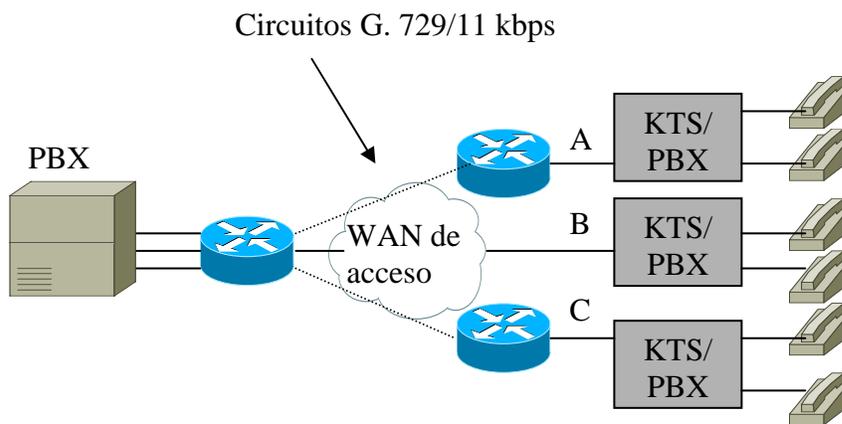


Figura 3.6 Codificación tándem VoIP



Un inconveniente de la codificación tándem cuando se utiliza con VoIP es que si un usuario telefónico que se encuentra en la sucursal B quiere llamar a un usuario de la sucursal C, se deben utilizar dos puertos VoIP en el sitio de central A. de la misma manera, existen dos ciclos de compresión y descompresión, lo que significa que se degradará la calidad de la voz.

Códecs diferentes reaccionan de manera distinta a la codificación tándem. G.729 puede manejar dos ciclos de compresión / descompresión, mientras que G.723.1 es menos resistente a los ciclos de compresión múltiple.

Por ejemplo imaginemos que un usuario situado en un sitio remoto B quiere llamar a un usuario de un sitio remoto C. La llamada va través del PBX B es comprimida y empaquetada en el router VoIP B, y es enviada al router central A. que descomprime la llamada y la envía al PBX A. El Conmutador de circuitos A conmuta la llamada de regreso a su router VoIP (router A), que la comprime y empaqueta y la envía al sitio remoto C, donde es descomprimida y enviada al PBX C. Este proceso es conocido como compresión tándem. Se debe evitar en todas las redes donde existe la compresión.

Resulta fácil evitar la compresión tándem. Este cliente ha simplificado la configuración del router a costa de la calidad de la voz. Cisco tiene otro mecanismo que puede simplificar la administración de los planes de marcación y seguir manteniendo la más alta calidad de la voz.

Un posible método es utilizar un Multimedia Conference Manager de Cisco (por ejemplo el gatekeeper H.323) otro mecanismo es utilizar una de las aplicaciones de administración de Cisco, como el Cisco Óbice Manager, para ayudar en la configuración y mantenimiento de los planes de marcación en todos los routers. Si tomamos el mismo ejemplo de tres PBX conectados a través de tres routers VoIP, pero configurándolos de manera diferente, simplificamos los flujos de llamadas y evitarnos la codificación tándem, como se muestra en la figura 3.7.

En la figura 3.7 se puede ver una de las grandes ventajas de IP: una línea tie no tiene que estar dedicada desde la compañía telefónica para completar llamadas



entre dos PBX. Si una red de datos conecta los sitios, VoIP puede atravesar esa red [1].

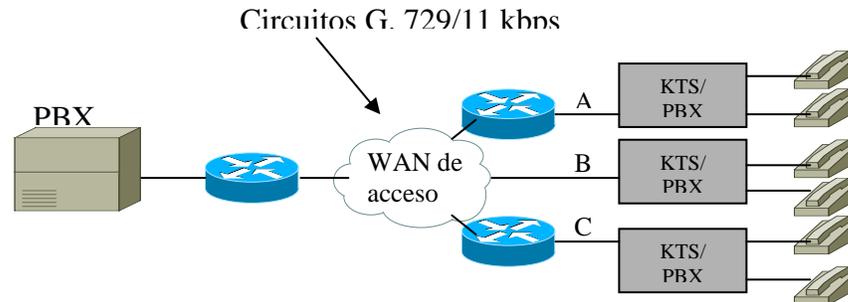


Figura 3.7 VoIP sin codificación tándem

El plan de marcación se ha movido desde el sitio PBX central hasta cada router VoIP. Esto permite que cada dispositivo VoIP pueda tomar decisiones de enrutamiento de llamadas y eliminar la necesidad de tener las líneas tie. La mayor ventaja de este cambio es la eliminación de los ciclos no necesarios de compresión / descompresión [7].

3.6 EL PROTOCOLO DE TRANSPORTE

Por el protocolo Internet (IP) se desplazan básicamente dos tipos de tráfico: el Protocolo de datagrama de usuario (UDP) y el protocolo de la y transmisión (TCP). En general, se utiliza TCP cuando se necesita una conexión fiable y UDP cuando se necesita simplicidad y la fiabilidad no es la principal preocupación [1].

Debido a la naturaleza sensible al tiempo del tráfico voz, UDP/IP fue la elección lógica para transportar la voz. Sin embargo, se necesita más información en una base de paquete a paquete de la que ofrecía UDP. Por tanto, para el tráfico



en tiempo real o sensible al retraso, el Internet Engineering Task force (IETF) adoptó el RTP. VoIP es transportado por una cabecera de paquete RTP / UDP / IP [8].

3.7 LA SEÑALIZACIÓN

La señalización VoIP tiene 3 áreas distintas: señalización del PBX al enrutador, señalización entre enrutador y señalización del enrutador al PBX. Por ejemplo para el caso de una intranet corporativa, esta aparece como la troncal al PBX, quien dará la señalización a los usuarios de la intranet. Por lo cual el PBX reenvía los números digitados al enrutador de la misma forma en la que los dígitos hubiesen sido reenviados al switch de una central telefónica [16].

Cuando el enrutador remoto recibe la llamada solicitante q.931, este envía una señalización al PBX. Luego que el PBX envía un acuse de recibo, el enrutador envía los dígitos marcados al PBX, y tramita un acuse de recibo de llamada al enrutador de origen [15].

En una arquitectura de red no orientada a la conexión (como IP), la responsabilidad del establecimiento de la comunicación y de la señalización es de las estaciones finales (end stations). Para prestar exitosamente servicios de voz a través de una red IP, es necesario realizar mejoras en la señalización.

Por ejemplo, un agente de H.323 es adicionado al enrutador para facilitar soporte para el transporte de cadenas de audio y señalización. El protocolo q.931 es usado para el establecimiento y desconexión de la llamada entre agentes H.323 o estaciones terminales. RTCP (real time control protocol) es usado para establecer canales de audio. Un protocolo confiable orientado a la conexión. TCP, es utilizado entre estaciones terminales para transportar los canales de señalización [1].

RTP, protocolo de transporte en tiempo real, el cual está soportado en UDP, es usado para el transporte del caudal de audio en tiempo real. RTP usa UDP como



mecanismo de transporte porque posee un menor retardo que TCP, y además porque el tráfico de voz en la actualidad, sin importar que sean datos o señalización, toleran menos niveles de pérdida y no tienen la facilidad de retransmisión. En la tabla 3.1 se muestran los protocolos según el modelo de referencia OSI.

CAPA SEGÚN OSI	ITU H.323 ESTÁNDAR
Aplicación	NFS
Presentación	g.711, g.729, g.729 ^a , etc.
Sesión	h.323, h.245, h.225, RTCP
Transporte	RTP, UDP
Red	IP, RSVP, WFQ
Enlace	Rfc1717(PPP/ML), Frame, ATM, etc.
Física	No especificados

Tabla 3.1 Modelo de referencia OSI respecto a los protocolos VoIP

Para concluir podemos decir que el modelo de referencia OSI, representa el estándar, para desarrollar los protocolos que permiten la comunicación entre computadoras, ya que el modelo fragmenta el problema de comunicación entre máquinas en siete capas y cada capa sólo se ocupa de hablar con su correspondiente capa situada en la siguiente máquina como se muestra en la tabla. Además cada capa proporciona servicios a la capa que está por encima de ella [16].

3.7.1 EL DIRECCIONAMIENTO

Tomando de nuevo el ejemplo de un intranet con direccionamiento IP, se puede ver que las interfaces de voz aparecerían como anfitriones IP adicionales, como extensiones del esquema de numeración existente o como nuevas direcciones IP.

La traducción de los dígitos marcados del PBX al host IP se realiza por medio del plan de numeración. El número de teléfono de destino o alguna parte de este será vinculado a la dirección IP de destino. Cuando el número es recibido del PBX el enrutador lo compara con los que ya han sido vinculados con alguna



dirección IP y están relacionados en la tabla de enrutamiento, si hay alguna coincidencia la llamada será enrutada al host IP al cual este relacionada, después de que la conexión es establecida, el enlace de la intranet es transparente hacia el suscriptor [9].

3.7.2 EL ENRUTAMIENTO

Una de las fortalezas del IP es la innovación y gran desarrollo de sus protocolos de enrutamiento. Un protocolo de enrutamiento moderno, como el EIGRP, es capaz de tener en consideración el retardo por cada uno de los caminos posibles que puede tomar el paquete y determinar la mejor ruta que puede seguir. Características avanzadas como el uso de políticas de enrutamiento y uso de lista de acceso (access lists), hacen posible crear esquemas de enrutamiento altamente seguros para el tráfico de voz [14].

RSVP puede ser utilizado por las gateways de VoIP, de tal manera que se asegure que el tráfico ira a través de la red por el mejor y más corto camino, esto puede incluir segmentos de redes como ATM o LAN's conmutadas. Algunos de los desarrollos más importantes del enrutamiento IP son, el desarrollo del llamado tag switching y otras técnicas de conmutación IP.

El tag switching muestra una manera extendida del enrutamiento IP, políticas y funcionalidades del RSVP sobre ATM y otros transportes de alta. Otro de los beneficios del tag switching es la capacidad de manejo de tráfico, la cual es necesaria para un uso eficiente de los recursos de la red, el manejo de tráfico (traffic engineering) puede ser usado para cambiar la carga de este en diferentes sectores de la red basado en diferentes predicciones dependiendo del momento del día [16].



3.7.3 ENRUTAMIENTO POR VECTOR DE DISTANCIA

El enrutamiento de vector de distancia es un algoritmo que los routers utilizan para elegir la ruta más óptima. Este algoritmo emplea el menor número de saltos (cada router es un salto) para lograr así la mejor ruta hasta el destino.

Las difusiones que se envían periódicamente para actualizar routers adyacentes, cuando el router comienza a difundir actualizaciones, incluye también las redes alcanzables que están directamente conectadas. Las rutas que son recibidas por un router se almacenan en una tabla de enrutamiento, que es empleada para transmitir paquetes [1].

Esto es un método que consume un gran ancho de banda ya que la totalidad de la actualización del enrutamiento es enviada periódicamente cada 30 segundos.

3.7.4 ENRUTAMIENTO POR ESTADO DE ENLACE

El enrutamiento por estado se diferencia del enrutamiento por vector de distancia en que el primero transmite actualizaciones del enrutamiento sólo cuando cambia el estado de una interfaz. Esto quiere decir que únicamente se envía tráfico y se consume el ancho de banda cuando cambia una interfaz [5].

3.8 EL PROTOCOLO H.323

H.323 es una especificación de la ITU-T para transmitir audio, vídeo y datos a través de una red de protocolo Internet (IP), incluida la propia Internet. Cuando son compatibles con H.323 estándar dirige la señalización y control de llamadas, transporte y control multimedia y control de ancho de banda para conferencias punto a punto y multipunto. La serie H de las recomendaciones también especifica H.320 para la red digital de servicios integrados y H.324 para el servicio analógico convencional como mecanismos de transporte [9].

Se decidió que el H.323 fuera la base del VoIP. De este modo, el VoIP debe considerarse como una clarificación del H.323, de tal forma que en caso de



conflicto, y con el fin de evitar divergencias entre los estándares, se decidió que H.323 tendría prioridad sobre el VoIP. El VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia (DTMF) [16].

3.8.1 ELEMENTOS H.323

En la figura 3.8 ilustra los elementos de un sistema H.323. Estos elementos incluyen terminales, gateways, gatekeepers y unidades de control multipunto. Los terminales, a los que a menudo se hace referencia como los puntos finales, proporcionan conferencias punto a punto y multipunto para audio y, de manera opcional, vídeo y datos. Los gateways interconectan con la PSTN o la red digital de servicios integrados el punto final de H.323. Los gatekeepers proporcionan el control de admisión y servicios de traducción de direcciones para terminales o gateways. Las MCU son dispositivos que permiten que dos o más terminales o gateways realicen conferencias sesiones de audio y / o vídeo[1].

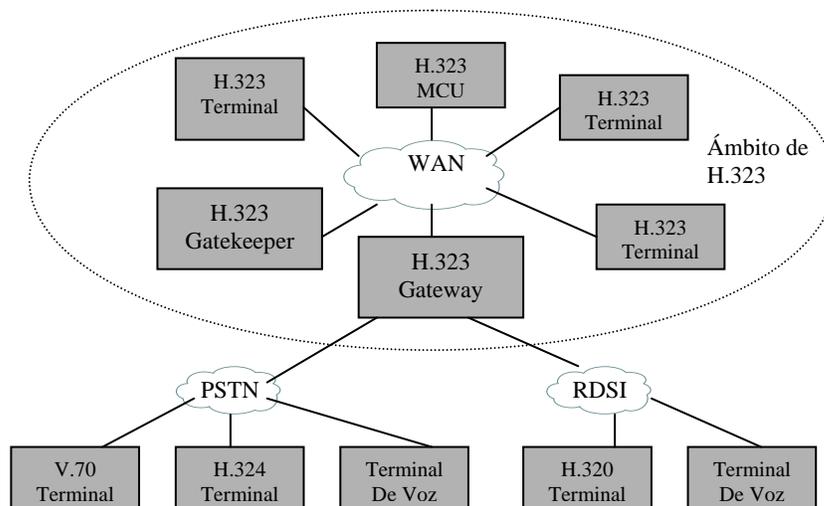


Figura 3.8. Elementos de trabajo H.323.



3.8.2 TERMINAL

El elemento de red que ilustra la figura 3.8 está definido en H.323 como un terminal. Los terminales H.323 deben tener una unidad de control de sistema, una transmisión de medios, códec de audio e interfaz de red basada en paquetes, los requisitos opcionales incluyen un códec de vídeo y aplicaciones de datos de usuario [16].

Las siguientes funciones y posibilidades se encuentran dentro del ámbito de terminal H.323:

- ❖ Unidad de control de sistema. Proporciona a H.225 y H.245 el control de llamadas, intercambio de capacidad, mensajería y señalización de comandos para una actividad apropiada del terminal.
- ❖ Transmisión de medios. Formatea el audio, vídeo, datos, flujos de control de mensajes transmisión en la interfaz de red. La transmisión de medios recibe también el audio, vídeo datos, flujos de control y mensajes desde la interfaz de red.
- ❖ Códec de audio. Codifica la señal desde el equipo de audio para su transmisión y descodifica el código de audio entrante. Las funciones que se requieren incluyen codificación y decodificación de voz G.711 y recibir datos de ley a y ley μ . De manera opcional, se pueden soportar la codificación y decodificación G.722.
- ❖ Interfaz de red. Una interfaz basada en paquetes que puede hacer servicios de unidifusión y multidifusión de extremo a extremo de protocolo para el control de la transmisión (TCP) y el protocolo de datagrama de usuario (UDP).
- ❖ Códec de vídeo. Es opcional, pero si está proporcionado, debe ser capaz de codificar y descodificar vídeo de acuerdo con el H.261.
- ❖ Canal de datos. Soporta aplicaciones como acceso a base de datos, transferencia de archivos y conferencias audiográficas (la posibilidad de



modificar una imagen común sobre múltiples computadoras de usuario de forma simultánea), como se especifica en la recomendación T.120.

3.8.3 GATEWAY

El gateway H.323 refleja las características de un punto final de una red de circuito conmutado y un punto final H.323 traduce entre formatos de audio, vídeo y transmisión de datos, así como en sistema de comunicación y protocolos. Esto incluye la configuración y el borrado de llamada de red IP y en la de circuito conmutado [1].

Los gateways no son necesarios a menos que se requieran la interconexión con la red de circuito conmutado, por tanto los puntos finales H.323 pueden comunicar directamente sobre la red de paquetes sin conectar con un gateway. El gateway actúa como un terminal H.323 en la red y un terminal de circuito conmutado en la red de circuito conmutado como se muestra en la figura 3.9.

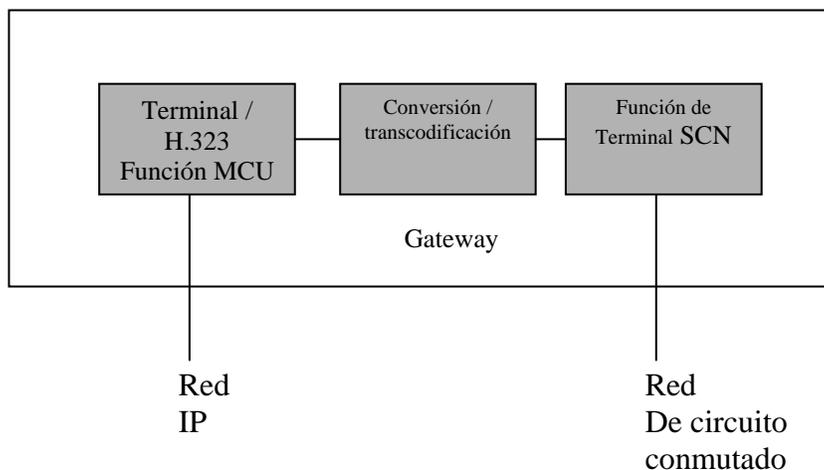


Figura 3.9 Elementos de un gateway H.323



3.8.4 EL GATEKEEPER

El gatekeeper es una función opcional que proporciona servicios de control de prellamada y nivel de llamada a los puntos finales H.323. Los gatekeepers están lógicamente separados de los demás elementos de la red en los entornos H.323, si se implementa más de un gatekeeper, se lleva a cabo la intercomunicación de una manera no especificada.

Las nuevas versiones de H.323, como la versión 3, intenta recomendar una especificación de intercomunicación de gatekeeper. El gatekeeper puede utilizar una simple secuencia de consulta-respuesta para localizar a los usuarios remotos. Para intercambiar alguna información, la versión 3 de H.323 utiliza el anexo G para la consulta de base de datos o intercambio. Otro protocolo el OSP, también especificado como el ETSI, se utiliza mucho para interacciones entre dominios tanto desde el gateway como desde el gatekeeper.

Si un gatekeeper está en un sistema H.323, debe llevar a cabo lo siguiente:

Conversión de direcciones, proporciona una dirección IP de punto final desde los alias H.323 (como el pc1@cisco.com) o direcciones E164(números de teléfono normales) [1].

- ❖ Control de admisiones. Proporcionan acceso autorizado a H.323 utilizando los mensajes de petición de admisión.
- ❖ Control de ancho de banda. Consistente en la administración de los requisitos de ancho de banda utilizado en los mensajes de confirmación de banda
- ❖ Administración de zona, para las terminales, gateway y elementos multipunto registrados.



- ❖ Señalización de control de llamadas. Utiliza un modelo de señalización de llamadas de gatekeeper enrutado.
- ❖ Autorización de llamada. Permite que el gatekeeper restrinja el acceso a determinados terminales y gateways o restrinja el acceso sobre la base de normas de la hora del día.
- ❖ Administración de ancho de banda , permite que el gatekeeper rechace la admisión si el ancho de banda requerido no esta disponible.
- ❖ Administración de llamada. Los servicios incluyen el mantenimiento de una lista de llamadas activas que se puedan utilizar para indicar que un punto final no está ocupado.

3.8.5 LAS UNIDADES DE CONTROL MULTIPUNTO

El controlador multipunto soporta conferencias entre tres o más puntos finales en una conferencia multipunto. Los controladores multipunto transmiten el conjunto de capacidades durante la conferencia. La función del controlador puede residir en un terminal gateway, gatekeeper o unidades de control multipunto [7].

El procesador multipunto, recibe audio vídeo y o flujo de datos y los distribuye a los puntos finales que participan en una conferencia multipunto.

Las unidades de control multipunto es un punto final que soporta conferencias multipunto y, por lo menos, consta de un controlador multipunto, un procesador multipunto. si soporta conferencias multipunto centralizadas, las unidades de control multipunto típica consta de un controlador multipunto, un procesador multipunto de audio, vídeo y datos [4].



3.8.6 SERVIDOR PROXY H.323

Un servidor proxy H.323 es específicamente diseñado para el protocolo H.323. El proxy actúa en la capa de aplicación y puede examinar los paquetes entre dos aplicaciones que se comunican. Los proxies pueden determinar el destino de una llamada y realizar la conexión si se desea. El proxy soporta las siguientes funciones claves:

Los proxies soportan el enrutamiento del tráfico H.323 separado del tráfico de datos ordinarios a través de un enrutamiento de aplicación específico.

Un proxy es compatible con la conversión de direcciones de red, permitiendo que los nodos H.323 sean desplegados en las redes con un espacio de direccionamiento privado.

Un proxy desplegado sin un firewall o independientemente de un firewall proporciona seguridad, por lo que únicamente el tráfico H.323 pasa por el mismo. Un proxy desplegado junto con un firewall permite que el firewall sea configurado para pasar todo el tráfico H.323 tratando al proxy como si fuera un nodo de confianza. Esto permite que el firewall proporcione seguridad del equipo de trabajo de datos y el proxy proporcione la seguridad H.323 [1].

3.8.7 RESUMEN

El protocolo H.323 es un sistema híbrido construido a base de gatekeepers inteligentes centralizados, unidades de control multipunto y puntos finales menos inteligentes. A pesar de que el H.323 es más completo tras las recientes revisiones, han surgido problemas, con el tipo de configuración de llamadas de larga distancia, el costo adicional de un protocolo de conferencias lleno de funciones, la necesidad de demasiadas funciones en cada gatekeeper y la preocupación por la estabilidad de las implementaciones de gatekeeper de llamada enrutado [9].



Para casos en que se necesitan gateway de alta densidad para la interconexión PSTN, se han desarrollado alternativas, como el protocolo de control simple de gateway (SGCP) y el protocolo de control medio de gateway (MGCP). Estos sistemas de control de llamada proporcionan una solución más efectiva y con capacidad de ampliación para satisfacer las implementaciones de clase de portadora.

Del mismo modo, para las configuraciones inteligentes de punto final, el protocolo SIP protocolo de inicio de sesión resuelve algunos de los problemas encontrados en H.323 y se implementa como alternativa [1].



Capitulo 4

Análisis comparativo de VoIP frente a RDSI



4.1 VoIP UN SERVICIO EFICAZ

Casi la mayor parte de los PBX son en la actualidad computadoras y tienen la capacidad para manipular la voz digitalizada, comúnmente utilizando el estándar 64 kb/s. Los PBXs analógicos ya han sido reemplazados casi en su totalidad debido al potencial de procesamiento de la computadora, la mayoría de los artículos, tienen un gran número de características que gran parte de los usuarios ignoran [16].

Algunas empresas emplean a consultores para poder difundir las características de sus PBXs y para indicar a los usuarios cómo usarlos. Por ejemplo, muchos PBXs cuentan con la característica de dar la opción a el usuario para que su teléfono se encuentre en tono de ocupado, para que todo aquel que llame reciba esta señal aún cuando dicho teléfono en realidad se encuentre libre [1].

Algunos PBXs anteriores a las computadoras actuales tenían la capacidad de proveer servicios fundamentales a las empresas.

Si una persona se encargaba de contestar las llamadas y realiza el saludo habitual, el que llama recibe el saludo y pregunta por la extensión donde puede localizar a X persona, si la persona que llama la conoce la marca y se realiza de forma automática, pero si la desconoce, la operadora puede realizar la transferencia, una de las ventajas del conmutador.

La otra ventaja es conocida como retorno y de igual forma es un beneficio real para cualquier tipo de usuario, si en un momento dado una persona está en su descanso y en ese momento recibe directamente a su extensión una llamada, en la mayor parte de los casos después de determinados timbrados sin obtener respuesta la llamada se transfiere directamente a la operadora para que esta tome el mensaje o en su defecto transfiera a donde se le pueda atender, también el sistema del conmutador puede estar configurado con el correo de voz con la finalidad que ninguna llamada se quede sin atender [17].



Estas características son conocidas en los conmutadores de las empresas y no así para los usuarios residenciales, considerando el uso en los grandes corporativos, la mayor parte de las empresas cuentan con un LAN y un router que conecta a los usuarios de PC, más común es el formato de LAN ETHERNET denominado 10 base-T. Para fines de datos, el router es el dispositivo que funge como interfase para todos los sitios, en el propósito de voz, aplica para el PBX. Los enlaces entre el conmutador son denominados líneas estrechas, pero estas son DS-0 privadas, de igual forma que en los enlaces entre ruteadores. La figura 4.1 muestra como un ancho de banda es utilizado por voz y datos, mientras la voz se encuentre previamente empaquetada y comprimida para que se asemeje a datos. Esto es lo que precisamente VoIP realiza con la voz; el problema aquí se deriva en como compartir los enlaces entre el conmutador y procedimientos apropiados para las redes de circuitos conmutados. Posiblemente la solución es ubicar al conmutador sobre una LAN, como a los routers, esto tiene sentido cuando VoIP es utilizado. Si la voz ahora puede manejarse como datos, ¿entonces porque no un dispositivo de datos puede utilizarse para manejar voz? [17].



Figura 4.1 Arquitectura cliente-servidor

El conmutador es otro tipo de servidor en la red LAN. Un servidor LAN es una PC destinada para una función específica, como manejar correos electrónicos o manipular registros de una base de datos principal, los usuarios tienen PCs que



actúan como clientes de una LAN, las cuales son utilizadas para funciones generales, como leer o enviar correos electrónicos, acceder a bases de datos, etc. Simultáneamente, clientes y servidores son enlazados por la LAN y se enlazan las diferentes rutas entre las localidades. El router es capaz de enlazar LANs alrededor del mundo. Cualquiera que sea el caso de configuración entre los enlaces de la red que esta enlazando las diferentes LANs, estas permiten al acceso al cliente para obtener la información que el cliente necesita para realizar sus funciones. Esta característica es denominada como “cliente servidor” mostrado en la figura 4.2, y estas son las que necesitan una versión del software del cliente para ser utilizadas con una versión del software del servidor, las arquitecturas cliente servidor son las que entienden que todo dispositivo conectado se trata de un cliente y servidores, los protocolos cliente servidor son aquellos que esperan que todos los dispositivos enlazados sean clientes o servidores [16].



Figura 4.2 Arquitectura cliente servidor DS-0 con voz y datos

La función del conmutador de Internet en la VoIP y las empresas es algo a tratar más adelante, en este momento, nos basta con mencionar que la VoIP permite una relación más estrecha entre la voz convencional y dispositivos



tradicionales para transmitir voz, VoIP no sólo puede ser enviada a través de enlaces propiamente de datos, VoIP puede ser almacenada, procesada, transformada, etc. Y todo con el mismo software y hardware utilizado anteriormente [13].

De esta manera un servidor VoIP en una LAN es capaz de entregar más servicios mejorados de voz que los conmutadores tradicionales manejan, hoy la tendencia es lograr una convergencia entre la telefonía y la computación con más énfasis que antes, esto es denominado como CTI o (Closer computer Telephony Integration) integración cercana de la telefonía y la computación, en un mismo sentido, VoIP es la conclusión que esto es realizable. Con CTI e incluso sin la intervención de VoIP, un conmutador con una conexión LAN es capaz de regresar el número del que llama no solo al teléfono remitente sino también a su PC, el cliente PC puede solicitar a un servidor de base de datos LAN; para enviar a la computadora remitente no solo el número de quien llama sino su nombre, su foto, información de su perfil, etc, dicha información se ha almacenado anticipadamente en la base de datos de la empresa, a la cual se realiza la petición [16].

El hombre por naturaleza prefiere el trato especial y personalizado, esto es un extra que gran parte de las empresas implementa para brindar una mejor atención a sus clientes, de cualquier forma con CTI, el mayor énfasis se encuentra en la computadora, no en el conmutador como tal, considerando ahora otro servicio de la CTI, en vez de descolgar el teléfono y realizar la marcación de forma tradicional, podemos visualizar una pantalla de directorios en nuestra PC, y localizar el nombre de la persona a quien se desea marcar; una vez encontrado podemos hacer clic en el número y la LAN transportará el número seleccionado al PBX, y el PBX se encarga de realizar la llamada y el teléfono sonará prácticamente al mismo tiempo que ambos (LAN y PBX) finalicen su trabajo, si la línea se encuentra ocupada, esto es mostrado en la pantalla sin necesidad de involucrar al teléfono de escritorio en absoluto, cabe mencionar que llamada en espera, devolución de llamada, y todos los servicios



mejorados del PBX pueden ser manipulados de igual forma. Con sólo simples iconos se controlan todos los eventos entrantes, y un simple clic realiza la tarea saliente, CTI puede utilizarse para recordar a alguien que debe realizar una llamada a casa antes de salir de la oficina o incluso realizar la llamada [17].

Los servidores VoIP en una LAN tienen la capacidad de proporcionar más y mejores servicios reforzados que los PBX, esto por sí solos, inclusive con CTI, esto es todo lo que se deberá tributar al predominio de Internet (además de protocolos Web relacionados) y aplicaciones propias del ámbito comercial actual. Basta con mencionar que cuando la colección protocolar (TCP / IP) de Internet es utilizada en una LAN particular, a esta se le denomina Internet, cuando dos compañías que se encuentran separadas usan utilizan la colección protocolar para que un cliente PC de una compañía se le autorice a tener acceso a la información del servidor en la otra compañía, se le nombra una extranet, cuando Internet y Web se unen a los servicios optimizados de voz que un PBX proporciona típicamente se llega a un nivel nuevo de efectividad, considerando un cliente potencial en este caso que realiza una llamada a la compañía en la mayoría de los casos el cliente ha navegado en la el sitio web de la compañía y conoce que se ofrece, en algunos casos el producto o servicio es solicitado directamente en línea lo que se llama comercio electrónico [6].

Sin embargo, los clientes potenciales pueden encontrarse indiferentes al comercio electrónico, simplemente algunos no realizarán ninguna compra a menos que tengan un trato directo con una persona, la cual les proporcione una descripción detallada del producto o servicio, por ejemplo, la pagina web sólo muestra el producto de una forma general, pero que hay cuando se necesita una descripción específica del producto. ¿cómo se logrará obtener? Este es otro punto importante y de esta forma surgen más interrogantes que en un momento dado en la pagina web no se tiene acceso a las respuestas, los clientes en algunos casos tiene acceso a información que los agentes de ventas de la compañía no tienen [14].



Los representantes de ventas cuentan con un teléfono, y quizá una PC, de esta manera un cliente consigue un número del departamento de ventas de la página web llama por una línea alternativa mientras sigue navegando en la página web, y pregunta al agente que lo atiende en ese momento sobre las características específicas del producto.

Esto se convertiría en algo relativamente fácil si al momento de estar en la página de la empresa se tuviera la opción de iniciar una llamada simultáneamente se navega, el servidor web establecería una conexión VoIP del cliente (navegador web del cliente) al servidor VoIP del representante de ventas seleccionado, la plática transcurriría a través de las PCs, no del teléfono. Ahora se tiene eso como un servicio reforzado que puede ser utilizado y ser demasiado útil [6].

Estos ejemplos pueden ajustarse a agencias comerciales, gubernamentales, instituciones educativas, centros médicos, llamadas de emergencia y cualquier otro tipo de organización que cuente con una página web, VoIP no sólo es para los negocios, sino para cualquier organización que se adecue a sus necesidades, y siempre la carta fuerte de VoIP es abatir costos y optimizar servicios [17].

4.2 EFICACIA DE IP

Una de las principales ventajas de la utilización de Voz sobre IP (VoIP) viene precisamente del uso del protocolo de Internet (IP) como mecanismo de control, para que se pueda entender realmente los beneficios de la utilización, se debe entender en primer lugar lo que significa realmente IP, sus características de comportamiento de IP y a qué se asemeja un paquete. Estas interrogantes y unas cuantas más encuentran respuesta en este trabajo [14].

Los protocolos de red como tal son propietarios de una extensa historia, algunos de los protocolos son catalogados como abiertos, y otros se han considerado como cerrados, esto es dado por el propietario o por el



fabricante, los protocolos de fabricantes o de propietarios específicos se encuentran únicamente por el fabricante que implementa dicho protocolo. Un ejemplo muy claro sin duda es IBM controla el protocolo de red SNA, Novell controla por su parte el protocolo LAN Net Ware. Dichos protocolos sólo se pueden adquirir, únicamente que IBM, Novell o distribuidores autorizados sean quienes los suministren [6].

Protocolos denominados abiertos incluyen TCP/IP y diversos protocolos LAN internacionalmente estandarizados como lo es Ethernet (de manera técnica lo llamaríamos LANs IEEE 802.3) o Token Ring, los protocolos abiertos se encuentran disponibles en una gran diversidad de fuentes y a su vez en una gran competencia entre ellas, esto ayudan a mantener un precio relativamente bajo. Poco tiempo antes, la gran parte de las organizaciones utilizaba numerosos protocolos ya que uno solo no era capaz de realizar todo [17].

Para permitir a estos protocolos ser utilizados bajo un esquema de redes LAN que se encuentran basadas en ruteo conectadas por enlaces WAN, muchas organizaciones elaboran redes en las empresas, es decir, tienen sucursales. Las empresas tienen mainframes, mini computadoras, PCs sobre LANs y así sucesivamente todas utilizando una red para comunicarse, esto derivó a que las PCs fueran divididas en PCs basadas en la utilización de la plataforma de Windows para el grupo de ventas, MAC para diseño de publicidad (por ejemplo) y a usuarios UNIX para desarrollo y aplicación por ejemplo, por citar algún ejemplo. Esto porque todos cuentan con sus necesidades específicas cuando se habla de protocolos de red. La piedra del ángulo de la red empresarial era el ruteo de multiprotocolo que no podría hacer que un cliente Net Ware lograra vincularse con un mainframe con SNA, pero por lo menos ambos harían SNA y Net Ware paquetes que lograrán ser enviados a través del mismo dispositivo sobre el mismo enlace entre sitios separados [11].

El ruteo multiprotocolo es capaz de soportar los protocolos que demandan las plataformas múltiples. Por supuesto, un gateway necesita ser colocado para



que un cliente con un protocolo de red pudiera interactuar con un servidor con un protocolo de red distinto, erróneamente los ruteadores iniciales eran denominados gateways, pero en un sentido distinto con el que se utilizó en redes empresariales.

IP es un protocolo abierto asociado con Internet y la Web, a mediados de los 90s no sólo parecía una buena idea conceder a los usuarios acceso a la Web para ejecutar sus tareas diarias, sino que era prácticamente obligatorio, pero Internet y la porción de Internet conocida como World Wide Web, no es un multiprotocolo de red del todo, es un protocolo sencillo de red y este protocolo es IP [13].

4.3 LA PROPUESTA DE VoIP

La principal motivación de mirar hacia VoIP es primeramente la alternativa que promete para un ahorro de dinero, y esto es un incentivo bastante fuerte para cualquier empresa, si hablamos de incorporar la telefonía en la tecnología VoIP, tendremos un panorama que nos ofrece en principio una integración entre la voz y los datos, integración tan fuerte que incluso no era imaginable hace algún tiempo, lo que se traduce en brindar la opción de lograr una mayor eficiencia en la forma de trabajar de muchas empresas y esto se ve claramente reflejado en disminución de costos y tiempo [14].

Existen tres factores importantes, que se dieron en la década de los noventa y que apuntan a que el tiempo de VoIP ha llegado contundentemente. Estos factores son el gran desarrollo de la economía global e Internet global, el crecimiento de la PC y el auge de World Wide Web (comúnmente llamado Web), Dado que estos conceptos se han tornado más estrechos entre sí e indispensables para la educación, el sector empresarial, el esparcimiento y muchos otros aspectos importantes en el mundo de hoy, es muy atractivo intentar integrar a todos estos elementos en una red que sea capaz de



manejar voz, video y porque no datos también. Y cada uno de estos factores que mencionamos son importantes en el papel en el cual están enrolados con VoIP.

4.4 VENTAJAS DE VOZ SOBRE IP

Ahora que ya se tiene una visión de cómo funciona la RDSI se puede plantear la siguiente interrogante ¿porqué poner voz en las redes del protocolo Internet (IP, *Internet Protocol*)? es el momento de comenzar a ver las aplicaciones que están actualmente disponibles en la RDSI, junto con otras nuevas, que funcionan en una red de voz basada en paquetes [6].

Una de las razones clave para combinar las redes de voz y datos, es el ahorro económico, si se analizan estrictamente el costo minuto a minuto, el ahorro que se genera con VoIP tal vez no sea lo suficiente para justificar el poner en marcha este servicio.

Esto debido a que el ahorro puede llegar a variar dependiendo la zona geográfica. En países que no estén en América del Norte, la comparación del costo minuto a minuto entre VoIP y la tradicional PSTN (una llamada local en algunos países puede llegar a costar en torno a 1 dólar por minuto) justifica de sobra el gasto en la nueva red [16].

Sin embargo en América del Norte, muchas grandes corporaciones pagan 3 centavos de dólar o menos por minuto en llamadas de larga distancia que realizan dentro de EE.UU. Para dichas corporaciones es difícil justificar contablemente que poner en marcha una nueva infraestructura producirá una recuperación de la inversión (ROI, *return on Investment*) rápidamente; es decir, a menos que contemplen otros elementos que el gasto por minuto.

Por ejemplo, para las redes empresariales, la consolidación de las redes de voz y de datos pueden suponer que el cliente de redes empresariales puede pedir menos circuitos que la RDSI [1].



De la misma manera, una infraestructura de IP que utilice teléfonos IP, requiere menos añadidos, desplazamientos y cambios que una red tradicional de voz y datos. Esto se debe a que con una infraestructura se pueden utilizar funciones de datos como el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol*). El DHCP permite que un dispositivo (un PC o un teléfono IP reciba dinámicamente una dirección IP es decir la dirección IP no necesita estar configurada estáticamente en el dispositivo. Por tanto, si se tiene un teléfono IP configurado con DHCP, se puede llevar el teléfono a donde quiera que sea necesario y seguirá manteniendo el mismo número de teléfono. Esto es parecido a trasladar la computadora portátil de una oficina a otra y seguir pudiendo entrar en el mismo servicio de red [1].

Numerosas empresas hoy en día cuesta varios centenares de dólares mover un teléfono (esto se debe a factores como los costos laborales y el costo de la reconfiguración del switch). Sin embargo, dichos costos no se producen en una infraestructura de IP, porque el perfil del teléfono IP ya está configurado y la red IP no le importa donde se encuentre el mismo [14].

Otra ventaja de VoIP es la posibilidad de tener un departamento de servicios de información (IS, *Information Services*) que soporte ambas redes de voz y de datos (ya que las redes son ahora una entidad). Al principio esto puede provocar varias tensiones entre esas dos infraestructuras, pero al igual que ocurre con cualquier revolución tecnológica, uno debe mejorar sus propias habilidades para lograr sobrevivir. Éste ha sido el caso con la introducción de la mayoría de las nuevas tecnologías, desde desmotar el algodón hasta los robots [7].

Una de las ventajas de VoIP que las empresas y proveedores de servicios a menudo pasan por alto es el hecho que las herramientas de infraestructura habituales ya no se necesitarán por mucho tiempo. Entre ellas se encuentran



las herramientas como los puertos físicos para el servicio como el correo de voz. En una red de circuito conmutado, el correo de voz se vende sobre la base del número de buzones de correo y el número de puertos físicos que se necesitan para soportar usuarios simultáneos. Con VoIP, ya no son necesarios los puertos físicos de circuitos conmutados. El servicio de correo de voz sólo se necesita tener una conexión IP (Ethernet, Modo de transferencia Asíncrona ATM, etc.) [16].

VoIP también permite que los sistemas de correo de voz se coloquen en plataformas basadas en estándares como PC y máquinas UNIX. Cuando una función está en una plataforma basada en estándares, es poco probable que el precio sea desorbitado. Por ejemplo, los proveedores de correo cobran entre 50 centavos y 1,50 dólares por megabyte de espacio de unidad de disco duro, ya que utilizan un mecanismo propio para formatear y almacenar sus llamadas de voz. Por otro lado, el precio medio de los discos duros en el PC local sólo es de entre 3 y 4 centavos por megabyte.

¿Qué ocurriría si el servidor de correo de voz fuera el mismo que el servidor de correo electrónico y se pudiera decidir si descargar el correo de voz por el teléfono o utilizar su correo electrónico para examinar el correo de voz? Las Personas que viajan apreciarían realmente las ventajas como la posibilidad de descargar correo de voz y responder electrónicamente y transmitir correo de voz a un grupo. Dicha tecnología existe en la actualidad y pronto estará disponible y será ampliamente utilizada en redes empresariales de proveedores y servicios [17].

4.5 VoIP FRENTE A RDSI

Debido a que el tema central de este trabajo es la comunicación de voz sobre IP es necesario presentar también las diferentes plataformas que son capaces de proveer este servicio para tener un conocimiento amplio del tema.



La red digital de servicio integrados (RDSI) es una especificación de conectividad digital que soporta voz, video y datos, uno de los objetivos principales de los desarrolladores de la RDSI fue enlazar los hogares y las empresas a través de los hilos telefónicos de cobre. El plan de implementación de RDSI inicial planificó convertir de analógicos a digitales los circuitos telefónicos existentes, este plan se está llevando a cabo a nivel mundial. Cada extremo multiplexa las señales sin necesidad de instalar nuevos acoplamientos, este es casi siempre el caso real, puesto que esto elevaría los costos de la instalación, o en el mejor de los casos permanecen casi igual, mientras que los costos de electrónica digital tiende a bajar constantemente, los canales análogos de voz que se ha multiplexado por años sobre circuitos análogos y cables (sistemas portadores análogos). Finalmente y a pesar de lo anterior en cuestión de costos es muy difícil poder competir con nuevas tecnologías como la voz sobre IP [17].

La voz sobre IP utiliza redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales para establecer la comunicación. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en el paquetes toma el tráfico de la RDSI y lo coloca en redes IP bien provisionadas, las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP. Y esto se traduce en que esta tecnología abate los costos de una forma muy considerable y deja a la RDSI sin poder competir en cuanto a costos [14].

4.6 APLICACIÓN DE VoIP

Dentro de todo este marco presentado, podemos repasar en que puede afectar el paso a Voz IP de las comunicaciones de voz principalmente para las empresas. Primeramente por la propia instalación de red, hasta el momento, toda instalación requería un cableado para datos y otro independiente para voz.



La instalación de una sola red dentro del ámbito de la empresa ya de por sí supone una ventaja importante, si a esto añadimos costos de mantenimiento, gestión, etc., la ventaja es clara, otro aspecto importante ligado a la instalación de la red es que realmente la red de datos suele estar más ramificada que las

redes de voz. Multitud de compañías con sucursales, delegaciones o filiales mantienen conexiones permanentes entre las diversas localidades para centralización de datos informáticos, con un sistema integrado de Voz IP, toda llamada interna es realmente interna, sin necesidad de contar con soporte externo, dando un repaso detallado al hardware necesario pasamos a los teléfonos o terminales, Aquí pueden coexistir claramente soluciones híbridas con teléfonos IP y teléfonos software en función de las necesidades de cada usuario. Por último el gatekeeper y su equivalente centralita digital también representa un ahorro importante a igualdad de prestaciones [16].

Es también importante analizar las diversas posibilidades añadidas que el control de las comunicaciones vía software puede aportar en cuanto a escalabilidad, posibilidad de crecimiento, tendencia a abatimiento de costos, etc [11].



CONCLUSIONES

El crecimiento exponencial y la mejora de las operaciones de intercambio de información y procesamiento de datos a través de Internet, han aumentado significativamente el campo de aplicación para la tecnología de comunicación de Voz por Internet como lo es VoIP, los sistemas de comunicación presentan hoy en día una mayor complejidad, pero los beneficios que nos ofrecen son cada vez mayores.

La telefonía VoIP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet, ya que permite la comunicación a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un centro de atención especializado, entre muchas otras aplicaciones, el argumento inicial en favor de este nuevo modelo de redes se basa en la gran presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos.

VoIP es una tecnología que tiene todos los elementos para su rápido desarrollo, como muestra podemos ver que las compañías de telecomunicaciones, la han incorporado a su catálogo de productos, los teléfonos IP están ya disponibles y los principales operadores mundiales, están promoviendo activamente el servicio IP a las empresas, ofreciendo calidad de voz a través del mismo, por otro lado tenemos ya un estándar que nos garantiza interoperabilidad entre los distintos fabricantes, la conclusión parece lógica, hay que estudiar cómo podemos implantar VoIP en un determinado escenario.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ancho de banda.-Rango de frecuencias, expresadas en bits por segundo, disponibles para un medio de transmisión; una medida de capacidad de transporte de información; la diferencia en Hertz entre las frecuencias mayor y menor de un canal de transmisión. Entre mayor sea el ancho de banda, mayor información puede ser enviada en un momento de tiempo dado.

Atenuación.- Degradación de las señales al pasar por un medio de transmisión; generalmente, la atenuación se incrementa con la frecuencia y la longitud del cable; muy a menudo se expresa como una relación en decibeles.

Asymmetric Digital Subscriber Line.- Método para aumentar la velocidad de transmisión en un cable de cobre. ADSL facilita la división de capacidad en un canal con velocidad más alta para el suscriptor, típicamente para transmisión de vídeo, y un canal con velocidad significativamente más baja en la otra dirección.

Asynchronous Transfer Mode, ATM .- Es una tecnología de conmutación de red que utiliza celdas de 53 bytes, útil tanto para LAN como para WAN, que soporta voz, vídeo y datos en tiempo real y sobre la misma infraestructura. Utiliza conmutadores que permiten establecer un circuito lógico entre terminales, fácilmente escalable en ancho de banda y garantiza una cierta calidad de servicio (QoS) para la transmisión. Sin embargo, a diferencia de los conmutadores telefónicos, que dedican un circuito dedicado entre terminales, el ancho de banda no utilizado en los circuitos lógicos ATM se puede aprovechar para otros usos.

Automatic Call Distributor.- Distribuidor automático de llamadas. Sistema telefónico especializado que puede manejar llamadas entrantes o realizar llamadas salientes. Puede reconocer y responder una llamada entrante, buscar en su base de datos instrucciones sobre qué hacer con la llamada, reproducir locuciones, grabar respuestas del usuario y enviar la llamada a un operador, cuando haya uno libre o cuando termine la locución.

backbone (dorsal).-Canal principal para transmisión en una red, generalmente manejando alto volumen y alta densidad de tráfico.

Bit.-Contracción de dígito binario; unidad de información más pequeña y unidad básica en comunicaciones de datos digitales. Un bit puede tener valor de cero (marca) o uno (espacio).



Bits por segundo.-Medida de velocidad o transmisión de datos. A menudo combinado con prefijos métricos.

Broadband (banda amplia).- Canal de comunicaciones que tiene un ancho de banda mayor que un canal de voz y potencialmente capaz de velocidades de transmisión mucho más altas; ver wideband. 2) [LAN] Sistema en el cual múltiples canales accesan un medio (generalmente cable coaxial) que tiene un ancho de banda grande (típicamente 50 Mbps) utilizando modems de radio frecuencias.

Byte.-Colección de bits operados como una unidad; la mayoría de 8 bits de longitud; y la mayoría de los conjuntos de caracteres utilizan un byte por carácter. La capacidad de los dispositivos de almacenamiento frecuentemente se da en bytes o en Kbytes (K=1024 bytes).

Central Tándem.- En las áreas urbanas muy complejas, existen Centrales tándem, que son centrales de tránsito (es decir sin abonados), a las que se conectan otras centrales, pero sin pertenecer a la Red Jerárquica. Hay central tándem urbana e interurbana.

Códec.- Algoritmos de Compresión/Descompresión. Se utilizan para reducir el tamaño de los datos multimedia, tanto audio como vídeo. Compactan (codifican) un flujo de datos multimedia cuando se envía y lo restituyen (decodifican) cuando se recibe. Entre los codec de audio más extendidos se encuentran: GSM (Global Standard for Mobile Communications), ADPCM, PCM, DSP TrueSpeech, CCITT y Lernout & Hauspie. Y entre los codec de vídeo tenemos a Cinepak, Indeo, Video 1 y RLE.

Codificación.- Los procesos de muestreo y cuantificación producen una representación de la señal original. Para la codificación se usa un código de informática, tomando en cuenta que dicho código debe tener mayor capacidad de sincronización, mayor capacidad para la detección de errores y mayor inmunidad al ruido. Esta etapa usa un CODEC (codificador - decodificador).

Código.- Conjunto de reglas que especifican la manera en que los datos son representados, tal como el Código Estándar Americano para Intercambio de Información (ASCII).

COFETEL.-Comisión Federal de Telecomunicaciones, organismo del gobierno mexicano que regula las telecomunicaciones en el país.



Cuantificación.- Los continuos valores de amplitud de la señal muestreada son descompuestas por un número finito de amplitudes. Las amplitudes alineadas están divididas dentro de intervalos y todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un intervalo específico son dadas por la misma amplitud de salida. Por ejemplo con una resolución de 8 bits se pueden tener 256 distintos valores de amplitud.

Demodulación.- Proceso de extracción de datos de una portadora; lo inverso de modulación.

Dial-up connection (conexión por marcación).- Cuenta de Internet que permite la conexión vía modem a la red. Normalmente requiere de la contratación de un ISP quien cuenta con una conexión dedicada a la red.

Digital.- Variable discreta opuesta a variable continua. Los datos son codificados en pulsos o niveles separados o discretos. Contrasta con analógico.

Distorsión.- Cambios no deseados en la fuerza o forma de la señal.

DSI, digital speech interpolation (interpolación digital de voz)- Técnica de digitalización de voz de baja velocidad de bits que utiliza interespaciamento estadístico de varias señales de voz y requiere de un ancho de banda de solo 8 Kbps por circuito de voz; esta técnica es a menudo objeto de retrasos o recortes cuando los circuitos se encuentran en actividad pico.

E1.- Equivalencia europea del T1, excepto que su capacidad es 2.048 Mbps. El E1 es un canal de comunicación con un ancho de banda de 2.048 Mbps, se divide en 30 canales PCM de 64 kbps c/u ley A, y se reservan dos: uno para señalización (canal 16) y otro para sincronía (canal 0). La señalización supervisa la línea y los registros usando el protocolo R2-MFC (MultiFunction Control). La conexión del E1 tiene que seguir las normas eléctricas y mecánicas G.703 y la estructura de la trama G.704.

Eco.- Retorno de datos transmitidos.

Enlace/conexión punto a punto.- Topología de comunicación básica; el punto A es conectado al punto B. Las conexiones pueden ser fijas (dedicadas) o conmutadas

Ethernet.- [LAN] Estándar de facto, desarrollado primero por Xerox. Una red de área local Ethernet utiliza cables coaxiales RG-11, pero puede utilizar cable coaxial delgado o cable de par trenzado. Ethernet tiene una topología lineal o de bus y sirve como la base para el estándar 802.3 del IEEE.



Fibra óptica.- Medio de transmisión compuesto de pequeñas tiras de vidrio que llevan rayos de luz modulados.

Firewall.- Mecanismo utilizado para proteger una red o computadora conectada a Internet de accesos no autorizados. Un firewall puede construirse con software, con hardware o con una combinación de ambos.

Gatekeeper.- El gatekeeper actúa en conjunción con varios gateways, y se encarga de realizar tareas de autenticación de usuarios, control de ancho de banda, encaminamiento IP,... es el cerebro de la red de telefonía IP. No todos los sistemas utilizados por los PSTN's son compatibles (gateway, gatekeeper) entre sí. Este ha sido uno de los motivos que ha impedido que la telefonía IP se haya extendido con mayor rapidez. Actualmente esto se está corrigiendo, y casi todos los sistemas están basados en el protocolo h.323.

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

Gateway (pasarela).- Equipo que provee interconexión entre dos redes con protocolos de comunicación diferentes; dos ejemplos son los ensambladores/desensambladores de paquetes y conversores de protocolos. Los gateway operan en las capas 4 a la 7 del modelo OSI. Contrasta con puente, enrutador y repetidor.

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, Quality of Service) garantizada. Define las diferentes entidades que hacen posible estas comunicaciones multimedia: endpoints, gateways, unidades de conferencia multipunto (MCU) y gatekeepers, así como sus interacciones.

Hz, Hertz .- Medida de frecuencia o ancho de banda igual a un ciclo por segundo. Nombrado en honor a Heinrich Hertz.

Hub (concentrador) .- [LAN] Centro de una red de topología de estrella o sistema de cableado.



IEEE, Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).- Sociedad internacional de profesionales que emiten sus propios estándares y que es miembro de la organización ANSI; creó el proyecto 802 de la IEEE.

Internet.- La llamada "red de redes" creada de la unión de muchas redes TCP/IP a nivel internacional y cuyos antecedentes están en ARPANet.

Intranet.- Red de uso privado que emplea los mismos estándares y herramientas de Internet.

IP, Internet Protocol (Protocolo Internet).- Protocolo que provee las funciones básicas de direccionamiento en Internet y en cualquier red TCP/IP.

ISO, International Standards Organization (Organización Internacional de Estándares).- Organización internacional y voluntaria de estándares, unida muy estrechamente a la ITU-TSS. Su modelo OSI es ampliamente reconocido y sus protocolos de comunicación OSI son ampliamente aceptados.

ISO 9000.- Producto del comité técnico 176 de la ISO, creado para proveer estándares en el área de administración de calidad y aseguramiento de la calidad utilizando un lenguaje común para una audiencia global.

ITU, International Telecommunication Union (en español Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT).- Es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas Administraciones y Empresas Operadoras.

Kbps.- Miles de bits por segundo.

LAN, local area network (red de área local).- Red de comunicaciones de datos solamente confinada a una área geográfica limitada con velocidades desde moderada hasta altas (100 Kbps a 100 Mbps o más). El área en servicio puede consistir en un solo edificio, un grupo de edificios o un campus estudiantil. Es propiedad del usuario, incluye algún tipo de tecnología de conmutación y no utiliza los circuitos de las compañías de telecomunicaciones - aunque quizá tenga gateways, puentes o enrutadores a otras redes públicas o privadas.

Modelo OSI (Open Systems Interconnection).- es la propuesta que realizó ISO (International Standards Organization) para estandarizar la interconexión de sistemas abiertos. Un sistema abierto se refiere a que es independiente de una arquitectura específica. Se compone el modelo, por tanto de un conjunto de estándares ISO relativos a las comunicaciones de datos.



Modulación.- Proceso por el cual una portadora es modificada para representar una señal portadora de información.

Muestreo.- Consiste en tomar valores instantáneos de la señal analógica a intervalos de tiempo determinados. Se toma el doble de la frecuencia de la señal.

NIC, Network Interface Card.- Tarjeta de interface de red, es una tarjeta que se instala en una computadora para que pueda ser conectada a una red.

PABX, Private Automatic Branch Exchange (conmutador privado automático).- Conmutador que es propiedad del usuario para voz, datos o voz/datos.

PBX, Private Branch Exchange, Centralita, central privada. Un sistema telefónico utilizado en compañías y organizaciones, privado por tanto, para manejar llamadas externas e internas. La ventaja es que la compañía no necesita una línea telefónica para cada uno de sus teléfonos. Además las llamadas internas no salen al exterior y por tanto no son facturadas.

PCM, Pulse Code Modulation.- Convierte una señal analógica (sonido, voz normalmente) en digital para que pueda ser procesada por un dispositivo digital, normalmente un ordenador. Si, como ocurre en Telefonía IP, nos interesa comprimir el resultado para transmitirlo ocupando el menor ancho de banda posible, necesitaremos usar además un codec.

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy).- es una tecnología usada en telecomunicación para transportar grandes cantidades de información mediante equipos digitales de transmisión que funcionan sobre fibra óptica, cable coaxial o radio de microondas. El término plesiócrono se deriva del griego plesio, cercano y chronos, tiempo, y se refiere al hecho de que las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de la red están casi, pero no completamente sincronizadas.

Protocolo.- Conjunto de normas técnicas que regulan las comunicaciones entre computadoras. Lista de comandos estandarizada a la que responde un servidor.

RDSI-BA, .- Red Digital de Servicios Integrados de Banda Anplia.

Router.- Un dispositivo físico, o a veces un programa corriendo en un ordenador, que reenvía paquetes de datos de una red LAN o WAN a otra. Basados en tablas o protocolos de enrutamiento, leen la dirección de red destino de cada paquete que les llega y deciden enviarlo por la ruta más adecuada (en base a la carga de tráfico, costo, velocidad u otros factores).



Los routers trabajan en el nivel 3 de la pila de protocolos, mientras los bridges y conmutadores lo hacen en el nivel 2.

Ruido.- Señales eléctricas aleatorias, generadas por los componentes del circuito o por distorsiones naturales, que corrompen las comunicaciones.

Rx.- Abreviación que significa recibir, receptor o recepción.

Servidor.- Sistema que proporciona recursos (por ejemplo, servidores de ficheros, servidores de correos). En Internet este término se utiliza muy a menudo para designar a aquellos sistemas que proporcionan información a los usuarios de red.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy).- se puede considerar como la evolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

Signaling (señalización).- Protocolo de saludo utilizado entre equipo telefónico. Esto incluye supervisión (estado colgado/descolgado), alertas (sonidos), y direccionamiento de llamada (marcado) para servicios conmutados.

Software.- Programa de computadora o conjunto de programas que se mantienen en un medio de almacenamiento y que se cargan a memoria de lectura/escritura para su ejecución. Comparar con firmware.

Switch (conmutador).- [Telecomunicaciones] Manera informal para denotar un PABX.

Tarifa.- Cuotas por equipo, instalaciones o servicios ofrecidos por una compañía.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).- Sistema de protocolos en los que se basa en gran parte Internet. El primero se encarga de dividir la información en paquetes de origen, para luego recomponerla en el destino. El segundo la dirige adecuadamente a través de la red.

TDM, time-division multiplexing (multicanalización por división de tiempo).- La técnica que reparte el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, entredejando datos en canales sucesivos. Contrasta con multicanalización estadística.

Tecnología.- Conjunto de los principales conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial o del funcionamiento o proceso de máquinas.



Telecomunicaciones.- Cualquier proceso que permita el paso de datos de un transmisor a uno o más receptores por medios electromagnéticos enviados en forma útil.

Tx.- Abreviación que significa transmitir, transmisor o transmisión.

T1.- [Telecomunicaciones] Canal de comunicaciones de datos con un ancho de banda de 1.544 Mbps, disponible en varias versiones.

Voice Over ATM.- La voz sobre ATM permite a un enrutador transportar el tráfico de voz (por ejemplo llamadas telefónicas y fax) sobre una red ATM. Cuando se envía el tráfico de voz sobre ATM éste es encapsulado utilizando un método especial para voz multiplexada AAL5.

VoIP, Voice over IP.- Voz sobre IP, término utilizado en la telefonía IP para un conjunto de facilidades para administrar la dotación de voz utilizando el Protocolo Internet (IP).

WAN (Wide Area Network).- Un tipo de red que interconecta computadoras con un espectro amplio de cobertura, a nivel de un país o grupo de países. Internet puede considerarse como la más eficaz de la WAN actualmente existente.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] **DAVISON**, Jonathan. Voice Over IP Fundamentals, Primera Edición, Pearson Educación, España (2001)
- [2] **DOUGLAS**, E. Commer. TCP/IP Principios básicos protocolos y arquitectura, Primera Edición, Editorial Pearson Educación, España (1999)
- [3] **GORALSKI**, Walter. Tecnologías ADSL Y XDSL, Primera Edición, Editorial Mc Graw Hill, España (2000)
- [4] **HALSALL**, Fred. Comunicaciones de datos, redes y computadores y sistemas abiertos , Cuarta Edición, Editorial Pearson Educación, España (2001)
- [5] **HUIDOBRO**, José Manuel. Manual de telecomunicaciones, Primera Edición, Editorial Mc Graw Hill, España (2002)
- [6] **KELLY**, Timothy V. VoIP For Dummies, Primer Edición, Wiley Publishing, Inc., Canada (2005)
- [7] **MINOLI**, Daniel. Delivering Voice Over IP Networks, 2ND EDITION, Minoli Daniel., Cisco press USA (2002)
- [8] **PADJEN**, Robert. Avvid and IP Telephony Design and Implementation, Cisco press USA (2001)
- [9] **SINCLAIR**, Jason. Configuring Cisco Voice Over IP, Cisco Press, USA (2002)
- [10] **SRINIVAS**, Vegesna. IP Quality of service, Cisco Networking fundamentals, USA (2000)
- [11] **WALKER**, Jeffrey John. Taking Charge of Your VoIP Project, Cisco press USA (2003)



Referencias Electrónicas:

[12] ARES, Roberto. Manual de Telecomunicaciones [en línea]. (Argentina): [citado 27 de Enero 2006]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.rares.com.ar//telecomunicaciones/homeDocumentos.html>>

[13] Comisión Nacional de Comunicaciones [en línea]. (Madrid, España): [citado 30 enero 2006]. Disponible en World Wide Web: <http://www.cnc.gov.ar/normativa/pdf/cnt0272_96.pdf>

[14] HUIDOBRO, José Manuel. Información sobre VoIP [en línea]. (España): [citado 19 de junio 2006]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.iec.org/online/tutorials/>>

[15] OTERO, Carvajal Luis Enrique. Historia de las Telecomunicaciones [en línea]. (Madrid, España): [citado 21 enero 2006]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/telecomunicaciones.htm>>

[16] recursosvoip.com. El génesis y el devenir de VoIP [en línea]. [citado 27 diciembre 2006]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.recursosvoip.com/>>

[17] todosobrevoip.com. descripción panorámica de VoIP [en línea]. [citado 17 diciembre de 2006]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.voip-es.com/>>