

1 Introducción y Objetivos.

1.1 Introducción.

Hoy en día las telecomunicaciones se han convertido en una herramienta de trabajo indispensable. Cada vez son más las empresas que disponen de conexión a Internet, que usan este medio para compartir datos y transmitir la voz.

La telefonía por Internet, comúnmente conocida como VoIP, surge por la necesidad de intentar unificar la transmisión de los datos y la voz sobre una misma red.

Tradicionalmente, las redes de voz y datos han estado soportadas por dos infraestructuras diferentes. Esto tenía el inconveniente de que se necesitaban dos técnicas de transmisión distintas, una para transmitir voz y otra para datos. Estas técnicas son respectivamente conmutación de circuitos y conmutación de paquetes (IP).

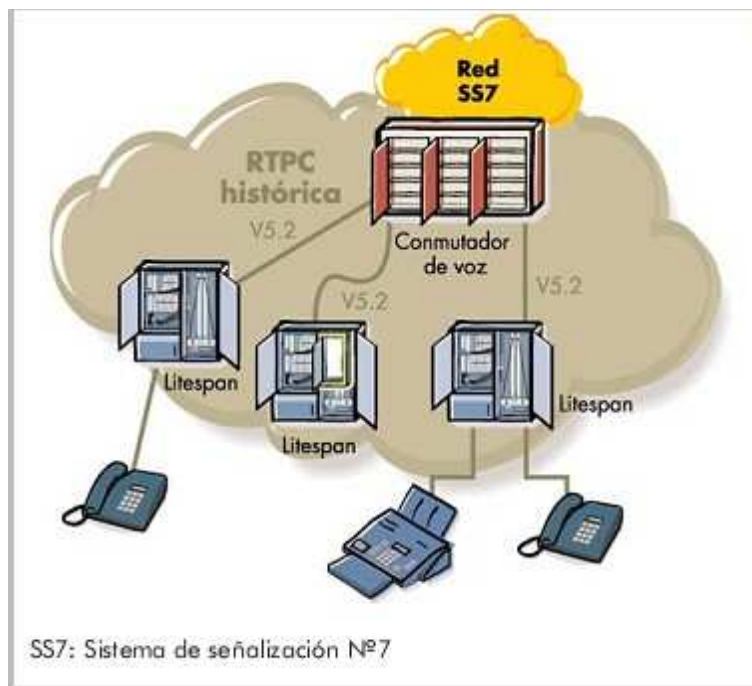


Ilustración 1: Red tradicional

Pero la red ha evolucionado hacia una tecnología digital, haciendo que las señales analógicas se transmitan en forma digital. Al transmitirse estas señales digitalmente, surge la idea del transportar la voz sobre los paquetes IP (VoIP), ya que ofrece a los proveedores de servicio la

ventaja de integrar sus redes en una infraestructura única, de forma que se tratan de igual manera todos los bits, ya sean de datos o de voz. Pero esto no es tan simple. Para poder sustituir el servicio que proporcionan las redes de voz tradicional por VoIP hay que ser capaz de ofrecer al usuario final una calidad similar a la actual.

Gracias a los mecanismos de control de tráfico, los protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la QoS (calidad de servicio) en redes IP, han propiciado un entorno adecuado para la transmisión de telefonía IP en Internet.

En la actualidad el gran auge que la VoIP esta teniendo entre los internautas esta poniendo en jaque a las operadoras de telefonía en modo circuito, gran parte de los internautas usan VoIP para comunicarse con sus familias en todas las partes del mundo utilizando, la red de redes, Internet. Gracias a las tarifas planas de Internet comunicarse por este medio es mucho más barato que por el medio tradicional y las tecnologías, cada vez más avanzadas, equiparan la calidad obtenida en el medio tradicional con el obtenido por VoIP.

A medio o largo plazo se vaticina la desaparición de las redes telefónicas en modo circuito, pero esto no debe ser necesariamente así, puede llegarse a una situación de migración compartida en la que tanto la red IP como la red en modo circuito se encuentren interconectadas entre si mediante pasarelas de VoIP.

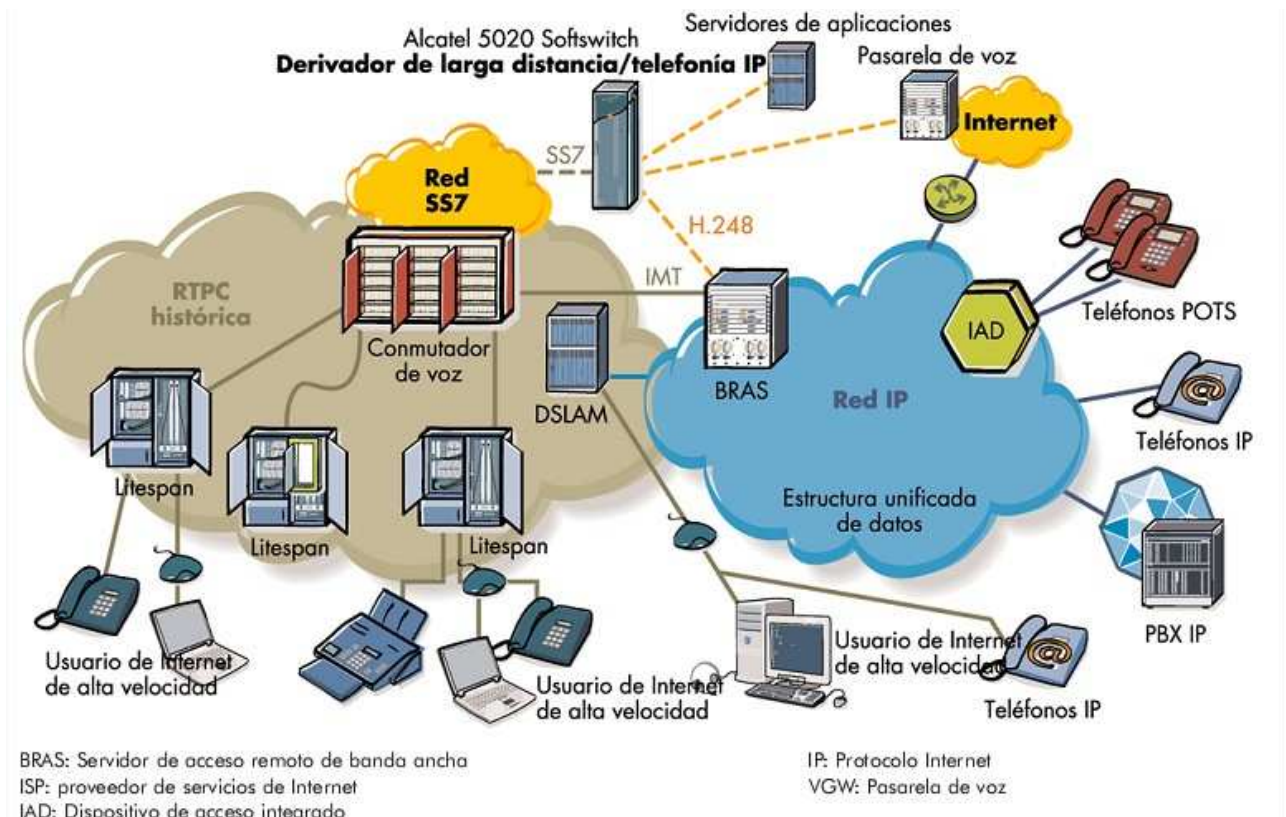


Ilustración 2: Migración de la red convencional a la red IP

Se llega por tanto, a la conclusión que la telefonía por Internet (Protocolo de Voz Sobre Internet - Voice Over Internet Protocol) es un tema en continuo crecimiento y estratégicamente interesante para las empresas.

Hay que recordar que partimos de una telefonía en modo circuito con sus ventajas e inconvenientes.

Entre las ventajas de la transmisión analógica se pueden citar que es simple y mantiene los retardos de transmisión de la voz extremo a extremo muy bajos, porque la señal se propaga a lo largo de un cable prácticamente a la velocidad de la luz. Además, es barata cuando hay pocos usuarios hablando al mismo tiempo y cuando no están muy lejos. Pero la tecnología analógica básica requiere un par de cables por cada conversación activa, lo que la hace impracticable y cara en el momento que empieza a haber un número considerable de usuarios. Una opción para solucionar este problema, es usar una frecuencia de transporte separada para cada señal, consiguiendo multiplexar varias conversaciones en el mismo cable, pero es un método caro y añade mucho ruido a la señal, siendo éste muy difícil de eliminar.

Por esto, se fue evolucionando a una red de telefonía digital. En la mayoría de los casos, la línea del cliente permanece analógica, teniéndose que convertir la voz en un flujo de datos digitales. Normalmente, esta señal tiene una tasa de 64 Kbps (una muestra de 8 bits cada 125 microsegundos).

Se habla de una red digital integrada (RDI) cuando se integran la transmisión y la conmutación.

En la evolución hacia la red digital, lo que primero se digitaliza es la transmisión. Se usan técnicas PCM para ello. Se cogen señales analógicas, se codifican en PCM y se multiplexan. Se tienen 30 canales vocales digitalizados y se multiplexan en el tiempo. La conmutación sigue siendo analógica.

Posteriormente se digitaliza la conmutación. Se pasa de una red de conexión espacial a una temporal. Se extrae el contenido de un intervalo de tiempo y se pone en una trama en otro intervalo de tiempo.

En este escenario, se pueden multiplexar varios canales de voz a través de la misma línea de transmisión usando una tecnología llamada multiplexación por división en el tiempo (TDM). En esta situación, el flujo de datos digitales que representa una conversación se divide en bloques (normalmente un octeto que se denomina muestra), y los bloques de varias conversaciones se intercalan en las ranuras de tiempo de la línea de transmisión.

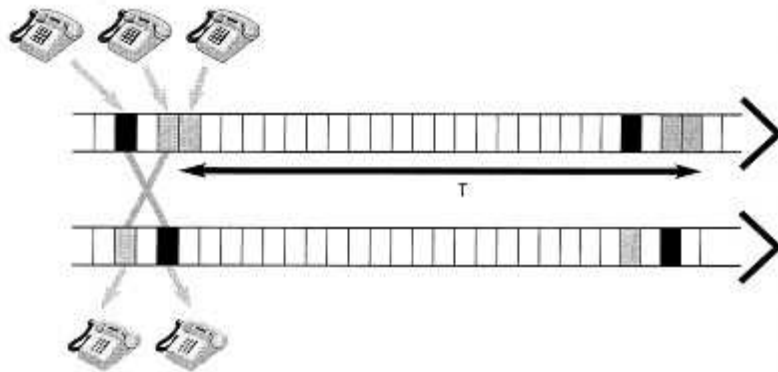


Ilustración 3: Multiplexación por división en el tiempo

Con esta tecnología digital, el ruido que se añade en la transmisión no influye en la calidad de la comunicación porque las señales digitales pueden ser reconstruidas. Además, la multiplexión por división en el tiempo hace que sea posible la conmutación digital.

Normalmente, en una conversación telefónica se habla menos de la mitad de la duración de la conversación. Esto es normal, ya que hay que escuchar lo que está diciendo el hablante y pensar en lo que se va a decir antes de responder. Por tanto, cada participante en la conversación habla aproximadamente sólo el 35 por ciento del tiempo. Para aprovechar los recursos, se deberían enviar datos sólo cuando se está hablando, y no cuando se está en silencio. La mayoría de las técnicas usadas para transformar la voz a datos (tarea realizada por los códecs) tienen la habilidad para detectar los silencios. Con esta técnica, conocida como actividad de detección de voz (VAD), en vez de transmitir las tramas de datos, voz o silencio cada 125 microsegundos, se transmiten datos de forma asíncrona.

Cuando se multiplexan varias conversaciones en una línea simple de transmisión, en vez de ocupar el ancho de banda todo el tiempo, el éste puede ser usado por otro cuando se encuentra en silencio. Esto se conoce como multiplexión estadística.

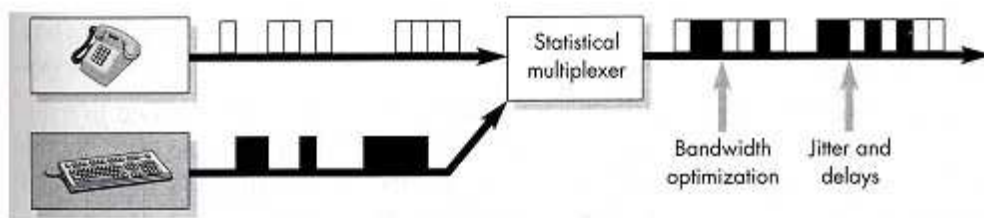


Ilustración 4: Multiplexión estadística

La principal ventaja de la multiplexión estadística es que permite que el ancho de banda sea

usado más eficientemente, especialmente cuando hay muchas conversaciones simultaneas en la misma línea. Pero la multiplexión estadística, como su nombre sugiere, introduce incertidumbre en la red. Si la línea de transmisión está vacía cuando hay que enviar un conjunto de datos, éstos se transmitirán automáticamente. Pero, si la línea está llena hay que esperar hasta que haya alguna capacidad disponible.

Esta variación del retardo, se conoce como jitter y necesita ser corregida en el lado receptor. Si el jitter no se corrige y las muestras de datos son reproducidas tan pronto como se han recibido, la conversación original puede ser ininteligible, ya que habría muestras de voz que lleguen después del instante de reproducción que les corresponde, y el códec en ese momento interpretaría que se han perdido.

Por estas razones, en aplicaciones en tiempo real basadas en el protocolo UDP, es habitual usar en el cliente un buffer para facilitar la fluidez de la conversación y así compensar la variabilidad de los retrasos. Los paquetes recibidos van siendo introducidos dentro del buffer. Después de cierto tiempo la decodificación real comienza, de forma que los paquetes se han ido ordenando y cada uno de ellos se encuentra en el instante de reproducción adecuado. Con este buffer, las influencias de las variaciones del retraso dentro de la red pueden ser minimizadas, ya que permite que paquetes que hayan tenido un mayor retraso que otros se coloque en su instante de reproducción correspondiente, con la misma diferencia de tiempos con que se generaron en el emisor.

Por tanto, se empeora la calidad (colas, retrasos, voz entrecortada...) de la telefonía IP respecto a la telefonía tradicional. Para mejorar esta calidad del servicio (QoS) pueden adoptarse las siguientes soluciones:

- Se desarrollan protocolos de serialización como H.323 (normalizado por la UIT) o SIP (Session Initiation Protocol, normalizado por el IETF).

- Se desarrollan protocolos como RTP/RTCP (Real Time Protocol/Real Time Control Protocol) que permiten la sincronización de flujos de información con necesidades temporales especiales.

- Aparecen arquitecturas de calidad de servicio como:

- ✓ Servicios Integrados (IntServ).
- ✓ Servicios Diferenciados (Diff-Serv).
- ✓ Conmutación de Etiquetas Multi-Protocolo (MPLS).

Con todo esto, un proveedor de servicios se puede plantear el incorporar a su catálogo la VoIP.

Para la provisión de VoIP, el proveedor y el cliente deben llegar a un acuerdo sobre la calidad

de servicio (QoS) que el primero ofrecerá al segundo, siempre y cuando el cliente no sobrepase el perfil de tráfico especificado en ese mismo acuerdo, llamado SLA (Service Level Agreement).

En resumen, en el ámbito VoIP hay que tener en cuenta la calidad de servicio tanto en la red como en los terminales.

La calidad de servicio en los terminales va a estar determinada por el códec usado en ambos extremos, por el retardo de la transmisión de los paquetes en el extremo origen, así como las pérdidas y el retardo originado en el extremo receptor¹.

El buffer implementado en el receptor se conoce como buffer de playout, y el tiempo de espera para cada paquete puede ser calculado con distintos algoritmos. De esta forma el jitter que ha sido introducido en la red, es eliminado y transformado en retardos y pérdidas, dependiendo si el paquete llega a tiempo para ser reproducido o no.

La calidad de servicio en la red va a estar determinada por las pérdidas de paquetes y los retardos que sufren, que son imprevisibles. Esto es debido, a que como se ha visto, no hay una reserva de recursos extremo a extremo, y por tanto los paquetes de voz son transmitidos por la red como cualquier otro paquete de datos, pudiendo incluso no llegar a su destino.

Para determinar la calidad de servicio hay distintos métodos, los métodos MOS y modelo E.

El modelo-E fue desarrollado por la ETSI y fue utilizado con gran éxito en las redes de telefonía tradicional, y se ha seguido utilizando para determinar la calidad de servicio en las redes de voz sobre IP. Este método, además de tener en cuenta los parámetros de la red como pueden ser las pérdidas y el retardo, tiene en cuenta parámetros psicológicos que influyen en la percepción del usuario.

Este proyecto fin de carrera trata de implementar un cliente de comunicaciones VoIP que usando el mínimo ancho de banda sea capaz de alcanzar la mejor calidad de voz posible, esto se consigue utilizando conjuntamente un códec de bajo régimen binario con un encapsulado de las tramas por paquete enviado. Si unimos estos dos conceptos y monitorizamos el comportamiento de la red, conseguimos adaptarnos dinámicamente al comportamiento del tráfico de la misma.

Con este proyecto fin de carrera se ha tratado de sentar las bases para el desarrollo de un cliente de VoIP con QoS.

¹ Debido a la introducción de un buffer que almacena cierto tiempo los paquetes recibidos para poder reproducirlos a su salida con los mismos intervalos de tiempo con los que fueron generados [2]

1.2 Motivación del proyecto.

Tal y como hemos venido comentando en el apartado anterior, debe haber una buena calidad de servicio, ya que sino el usuario final no aceptaría el mismo. Es por tanto que surge la necesidad de implementar un cliente de VoIP que subsane este problema.

Los principales problemas a solucionar son los retrasos en la comunicación, cuanto mayor es el retraso más inaceptable se vuelve el diálogo que mantienen los interlocutores. Para corregir dichos retrasos se usa el buffer de playout, a estos retrasos se les conoce comúnmente como jitter.

Tras probar varios clientes de comunicaciones VoIP, y comprobar que en ciertas situaciones la comunicación se hace prácticamente inaceptable, concretamente en condiciones de bajo régimen binario, hemos decidido modificar uno de esos clientes y adaptarlo a nuestros objetivos, creando así las bases para un cliente de telefonía de VoIP que incorpore calidad de servicio, y motivando con ello el desarrollo de este proyecto.

1.3 Objetivos del proyecto.

El objetivo de este proyecto es “**la implementación de un cliente de VoIP con QoS en C++ para Linux**”.

Para conseguir este objetivo se plantean los siguientes objetivos parciales:

- 1) Estudiar la estructura de un cliente de VoIP, conociendo el funcionamiento interno del programa: comunicaciones de red y sistema de audio.
- 2) Modificación del cliente de VoIP escogido, añadiendo el códec G.723.1 para la codificación de las tramas de voz.
- 3) Incorporación al cliente de los algoritmos de playout tanto fijos como dinámicos, así como el encapsulado y desencapsulado RFC 3551.
- 4) Realización de pruebas de funcionamiento y comportamiento del mismo.

Para la realización de las pruebas, se ha contado con dos ordenadores conectados en red mediante un proxy de comunicación por señalización **SIP** llamado *openser*², se ha desarrollado el cliente en C++ bajo la distribución de linux Kubuntu 5.10³, usando el Kdevelop 3.5 para el desarrollo del código fuente, y gcc 4.0 para la compilación del mismo.

El objetivo principal del proyecto es la modificación del cliente en C++ para adaptarlo a nuestras necesidades y objetivos.

² <http://www.openser.org/>

³ <http://www.kubuntu.org/> distribución de linux basada en debian.