

Procesamiento de la VoIP: fundamentos para la implementación de redes con QoS

Por MSc. Ing. Rafael Silot Trabajo,
Especialista en Telecomunicaciones, Centro Telefónico de Baracoa, Gerencia Territorial de Guantánamo,
ETECSA
fello@gtm.etcসা.су

Introducción

La información de voz analógica es digitalizada, comprimida y fragmentada en pequeñas partes antes de enviarse a través de la red. En el destino, los paquetes son reensamblados en el orden correcto, combinados, se descomprimen y son convertidos a la señal analógica original. En este proceso intervienen una serie de factores que inciden en la calidad del servicio que se presta al usuario final. Además de los factores que influyen en la calidad de extremo a extremo de una llamada telefónica, alguna forma de medición de calidad es necesario establecer con el objetivo de mantener la calidad de la voz en tiempo real.

La VoIP es una tecnología muy promisoría que permite realizar llamadas telefónicas a través de una red de conmutación de paquetes basadas en el protocolo IP, con beneficio tanto para los abonados como para las empresas. La calidad de las llamadas sobre IP es un aspecto de

gran importancia para la aceptación por los abonados finales y la consiguiente expansión de esta tecnología.

La VoIP tiene los siguientes beneficios:

- ♦ Operar una sola red (mantenimiento).
- ♦ Reducción de la cantidad de equipos.
- ♦ Es una red más eficiente respecto a la PSTN —*Public Switched Telephone Network*—.
- ♦ El uso universal de los protocolos IP para las aplicaciones de voz y datos.

No obstante, la gran preocupación y lo que conlleva a profundizar en este problema es la calidad de la voz, por su incidencia directa en el abonado final. En las pruebas de aceptación, definidas y ejecutadas por los operadores de telecomunicaciones deben incluir medidas de QoS, para verificar el correcto funcionamiento de los elementos de red una vez adquiridos.

Calidad de Servicio

Relacionados con la problemática y el potencial que plantea la VoIP, existen algunos aspectos técnicos sobre los cuales es preciso profundizar, la mayoría de ellos vinculados con la posibilidad de manejar una adecuada calidad en el servicio que se presta. Se pretende establecer el mecanismo para contribuir a la evaluación de la QoS sobre redes de VoIP, lo cual debe concretarse en una metodología para su evaluación y seguimiento. La QoS es un término que abarca varios conceptos utilizados para marcar el hecho de que la red provee algún sistema de envío preferencial o garantías de rendimiento, es decir, garantía de capacidad de procesamiento, de máxima tasa de pérdidas o de máximas demoras.

El nivel de QoS de los sistemas de VoIP depende de varios parámetros:

- ♦ Demora extremo a extremo —*Latencia o Retardo*—.
- ♦ *Jitter* —variación de la demora en la llegada de paquetes—.

- ♦ Pérdida de paquetes en la red.
- ♦ El tipo de *codec* usado.
- ♦ Longitud de los datos de voz.
- ♦ El tamaño del *buffer* de absorción de *jitter*.

Factores que afectan la calidad de la voz

En el diseño de una red VoIP, es importante considerar todos los factores que degradan la calidad de la voz y es preciso establecer los valores límites o rangos de los mismos. Estos factores son los siguientes:

♦ **PÉRDIDA DE PAQUETES:** la pérdida de paquetes a menudo está vinculada a la congestión en la red o la poca calidad del enlace.

Causas: las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP —Protocolo Datagrama de Usuario—, este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor. Sin embargo, la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados, se puede recomponer la voz de manera aceptable. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

Valores recomendados: la pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación debe ser inferior al 1 %. Pero es bastante dependiente del *codec* que se utiliza. Cuanto mayor sea la compresión del *codec*, mayor es el efecto de la pérdida de paquetes.

♦ **CODEC:** antes de que la voz sea transmitida sobre una red IP, primero debe ser digitalizada. La elección del *codec* es el primer factor que interviene en la calidad de la llamada de VoIP. Generalmente, cuanto mayor es la tasa de bit que utiliza el *codec*, mayores son la calidad y el ancho de banda, con lo que se permiten un número menor de llamadas simultáneamente.

♦ **RETARDO:** al retardo también se le llama latencia, es el tiempo que necesita la voz para viajar desde el micrófono de un teléfono al auricular del teléfono remoto, es la suma del retardo que introduce el *codec* seleccionado, el *buffer* del *jitter* y el trayecto utilizado para transportar los paquetes a través de la red. Los efectos causados por el retardo incluyen el *eco*. El efecto del retardo en la transmisión de voz es referenciado en la recomendación G.114 de la UIT-T según refiere la tabla 1.

Rango(ms)	Descripción
0 - 150	Aceptables para muchas aplicaciones de usuario
150 - 400	Aceptables, con tal que el administrador de la red esté atento al impacto del tiempo de transmisión en la calidad de transmisión
sobre 400	Inaceptable para propósitos de planeación de la red

Tabla 1 Clases de calidad según el retardo de transmisión, Rec G.114

A las demoras de procesamiento y empaquetado se suma también la demora que introduce el proceso de *buffering* en los terminales, y la de **encolado** en la red. Todo esto provoca un atraso extremo a extremo que percibe el usuario final en mayor o menor medida. Las demoras antes comentadas son resultado lógico de las características y modo de operación de las redes IP, así como también de la naturaleza de las señales de voz. Otra fuente de retardo es el retardo algorítmico, el cual es

Estándar de codificación	Demora del algoritmo (ms)
G.711	0,125
G.726	1
G.728	3,5
G.729	15
G.723.1	37,5

Tabla 2 Retardos algorítmicos

introducido por el *codec* y es inherente al algoritmo de codificación. La tabla 2 resume los retardos algorítmicos.

Como puede observarse en estas tecnologías se utilizan otros codificadores además del codificador G.711, que es el utilizado normalmente en las redes TDM —*Time Division Multiplexing*—, con el objetivo de utilizar más eficientemente el ancho de banda —los recursos de la red— en detrimento de la calidad. Pueden transmitirse un mayor número de llamadas por una misma vía pero con la observación anterior.

Causas: no es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y, por lo tanto, de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicaciones. Por ejemplo, la latencia en los enlaces vía satélite es muy elevada por las distancias que debe recorrer la información. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Al igual que el *jitter*, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

Valores recomendados: la latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms como refiere la recomendación G.114 de la UIT-T. Si se supera ese umbral, la comunicación se torna molesta. Esta recomendación es para las redes de telecomunicaciones en general, debido a que ninguna red está ex-

Codec	Tempo di pacc.ne	VAD	One way delay	Round trip delay	MOS (PSQM)	Bit Rate [kbit/s]	Bandwidth MPLS-PPP-HDLC [kbit/s]
G.711	20	NO	65-70 ms	131-141 ms	4,4	64	85,2
G.729A	20	NO	64-77 ms	141 ms	3,4-3,7	8	29,2

Tabla 3 Muestra de valores establecidos en la red de Telecom Italia. Fuente: Contini, Massimo, ver bibliografía

cluida de este problema. Para las redes que utilizan el protocolo IP es más riguroso, las demoras deben estar por debajo de 100 ms para garantizar una comunicación con calidad. En la tabla 3 se muestran los valores de demoras establecidos para la red de Telecom Italia, además se muestran otros parámetros que se explicarán posteriormente.

Entre los tipos de demora o retardo se encuentran:

Retardo de paquetización: es el tiempo empleado para llenar un paquete de información —carga útil—, de la conversación ya codificada y comprimida. Este retardo es función del tamaño de bloque requerido por el codificador de voz y el número de bloques de una sola trama. En RTP —*Real Time Protocol*—, las muestras de voz con frecuencia son acumuladas antes de colocarlo en una trama para transmisión con el propósito de reducir la cantidad de cabeceras (*overhead*). La RFC 1890 especifica que el retardo de paquetización por defecto debiera ser de 20 ms. Para la recomendación G.711, esto significa que 160 muestras serán acumuladas y entonces transmitidas en una sola trama. La recomendación G.723.1 genera una trama de voz cada 30 ms y cada trama de voz es usualmente transmitida como un simple paquete RTP. Los retardos de paquetización más comunes se muestran en la tabla 4.

Codificador	Velocidad (kbps)	Carga útil (bytes)	Retardo de paquetización (ms)	Carga útil (bytes)	Retardo de paquetización (ms)
G.711	64	160	20	240	30
G.726	32	80	20	120	30
G.729	8.0	20	20	30	30
G.723.1	6.3	24	24	60	48
G.723.1	5.3	20	30	60	60

Tabla 4 Retardos de paquetización más comunes

Se observa como a medida que los algoritmos de compresión son más sofisticados las demoras introducidas en este proceso son mayores, por lo que el tamaño de la carga útil que se transmite en el paquete debe ser menor para compensar la demora.

Retardo de serialización: es el tiempo requerido para transmitir un paquete IP, es decir, está relacionado directamente con la tasa de bits de la transmisión. Por ejemplo, si el *codec* G.711 es usado y el periodo de paquetización es 20 ms, hay 160 bytes de carga útil en RTP, entonces el tamaño de la trama completa será de 206 bytes que asume la encapsulación PPP. Para transmitir la trama, requerirá 1,1 ms en una línea T1, 3,2 ms a 512 Kbps, 25,8 ms a 64 Kbps.

♦ **Eco:** el primer deterioro causado por el retardo es el efecto de eco. El eco puede presentarse en una red de voz debido al acoplamiento débil entre el dispositivo de escucha y el dispositivo de habla en el microteléfono: este es conocido como eco acústico. También puede presentarse cuando parte de la energía eléctrica es reflejada al abonado llamante por el circuito híbrido en la PSTN: esto es conocido como eco híbrido.

Cuando el retardo de extremo a extremo de una vía es pequeño, cualquier eco generado por el circuito de voz, regresará al abonado llamante muy rápidamente y no será percibido.

Causas: el eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se realimenta de nuevo por el micrófono. El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original.

Valores recomendados: el oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms. Pero otro factor importante es la intensidad del eco, porque normalmente la señal de retorno tiene menor potencia que la original. Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB. La demora, la pérdida de paquetes y el eco están relacionados de la siguiente manera: mayores demoras hacen el eco más irritante; grandes pérdidas hacen el eco menos irritante pero la calidad es afectada; demoras más allá de 30 ms requieren cancelador de eco.

♦ **VARIACIÓN DEL RETARDO (JITTER):** el *jitter* se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes.

Causas: el *jitter* es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se fragmenta en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino. Las comunicaciones en tiempo real —como VoIP— son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

Valores recomendados: la demora entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms. Si el valor es menor a 100 ms el *jitter* puede ser compensado de

manera apropiada. La solución más ampliamente adoptada es utilizar el *jitter de buffer*.

Factores que afectan la calidad de video

En esta sección se introducen los conceptos básicos para la compresión del servicio de video sobre IP —se refieren en específico a los servicios de video de llamadas punto a punto entre terminales IP, que utilizan los protocolos de comunicación multimedia SIP y H323—. En primer lugar, se describen brevemente las técnicas de compresión utilizadas en video digital. A continuación se presentan los *codecs* más utilizados en la actualidad, se analiza el impacto de los parámetros de la red sobre la calidad percibida.

El video transmitido sobre redes de paquetes funcionando al mejor esfuerzo tiene complicaciones debido a factores como el desconocimiento y la variación en el tiempo del **ancho de banda, demoras, pérdidas de paquetes**, y otros como el de compartir los recursos de la red eficientemente y la realización eficaz de comunicación entre un punto y varios puntos.

La calidad del servicio de video percibida por un usuario es afectada básicamente por:

- ♦ Los parámetros de la red.
- ♦ El tipo de codificación implementada.

En la actualidad hay dos grandes familias de estándares para la compresión de video desarrollados bajo el auspicio de la UIT-T SG15 y la ISO 17.

Un factor determinante en la influencia de las pérdidas sobre la calidad percibida es el *codec* utilizado. Es evidente que el efecto de la **pérdida de paquetes** depende fuertemente del tipo de codificación utilizada; este factor resulta crítico en aplicaciones de video de alta calidad en donde, con la finalidad de disminuir el ancho de

banda consumido, se implementan **codificaciones** que hacen uso de cuadros predictivos MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 —Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento— cuya pérdida resulta en falta de información para decodificar los cuadros siguientes.

Los estándares de codificación más utilizados en video

♦ **H.261** recomendación de la UIT-T: es un *codec* utilizado en videoconferencias y video telefonía sobre ISDN —*Integrated Services Digital Network*—, consume un ancho de banda múltiplo de 64 Kbps ($N \times 64$ Kbps) en el rango de 1 a 30. Cuenta con un mecanismo para controlar la calidad en función del movimiento de la secuencia. Cuanto mayor sea el movimiento, menor la calidad de la imagen, de forma que la tasa sea constante.

♦ **H.263** recomendación de la UIT-T: su objetivo es mejorar la calidad de H.261. Mejora la compensación de movimiento, tiene una mayor configurabilidad —menor tasa de bits o mayor recuperación frente a errores—. Su uso es para video telefonía sobre PSTN a 33,6 Kbps.

♦ **MJPEG** recomendación de la ISO: aunque no es un *codec* de video propiamente dicho, se utiliza muy a menudo una sucesión de cuadros codificados con el formato JPEG, no se utiliza compresión temporal de ningún tipo.

♦ **MPEG-1** recomendación de la ISO: genera datos a una tasa entre 1 y 1,5 Mbps. Tiene la calidad similar a VHS. Es utilizado para video en medios digitales de almacenamiento (CD-ROM).

♦ **MPEG-2** recomendación de la ISO: es una extensión de MPEG-1, pero soporta mayores resoluciones aún y mejores prestaciones en audio. Esto trae como contrapartida un mayor ancho de banda consumido, entre 4 y 15 Mbps. Implementa algu-

nas escalabilidades. Es utilizado para la televisión digital HDTV.

♦ **MPEG-4** recomendación de la ISO: este soporta tres rangos de generación de datos, menor a 64 Kbps, entre 64 y 384 Kbps y entre 384 Kbps y 4000 Kbps. Fue diseñado para utilizarse en Internet y para reproducir video de calidad variada.

Otros factores importantes que afectan la calidad percibida están estrechamente relacionados con la **fuerza de video**, se encuentran en este grupo la resolución del cuadro, la luminancia —niveles de gris— y la profundidad del color —número de bits por píxel— y la tasa de generación de cuadros. **La sincronización** entre el audio y el video influye también sobre la opinión de la calidad, si bien no hay una relación directa entre ellos en lo que respecta al transporte —se transmiten por distintos canales y con distinta codificación—.

Los efectos de la variación del retardo entre paquetes (*jitter*) es otro factor crítico en la calidad percibida.

Otro de los elementos a considerar es el aspecto temporal del video transmitido. Un video con poca variación espacial entre cuadros será más robusto frente a pérdidas y *jitter* en el sentido de que al usuario le será más difícil notar la falta o retardo de la información. Aquellos videos con alta variación espacial entre cuadros serán muy sensibles ante estos factores.

Pérdida de paquetes: la pérdida de paquetes es la principal causa de degradación de la calidad. Debido a la forma en que se codifica el video, la pérdida de un paquete en un cuadro puede afectar a los cuadros siguientes. La distorsión total debido a dos pérdidas consecutivas es mayor que si las pérdidas fuesen independientes.

Latencia o demora: las aplicaciones interactivas como el video teléfono, videoconferencia y los juegos inte-

ractivos son sometidas a restricciones de tiempo real. Los valores máximos dependen de la aplicación, típicamente 150 ms es el valor máximo de demora. Las aplicaciones no interactivas permiten latencias más holgadas que rondan los segundos. Es interesante observar que tanto las aplicaciones interactivas como las no interactivas requieren codificación en tiempo real, pero poseen requerimientos distintos para la latencia entre los extremos lo que redundará en un diseño completamente diferente para el sistema de comunicación de video.

El UMG 8900 —Pasarela de Medios Universal de Huawei— soporta:

♦ Los codificadores de video H.263 y MPEG-4.

♦ Los multiplexores H.223 y H.225.

El Softx3000 soporta:

♦ Los codificadores de video H.261, H.263 y MPEG-4.

♦ Los multiplexores H.221, H.223, H.226 y V.76.

En otros servicios como el fax, las pasarelas de medios soportan los siguientes modos de codificación:

♦ Modo Normal

La pasarela de medios codifica la señal de fax enviada por una máquina de fax por medio de los *codecs* de voz —G.711, G.723 o G.729—, y encapsuladas entonces en paquetes de datos RTP los cuales pueden ser transmitidos en tiempo real sobre la red IP. Debido a que la transmisión de paquetes de datos en este caso está basada en UDP solamente, que no permite el mecanismo de corrección de error hacia delante, la comunicación de fax en el modo normal es sensible a la pérdida de paquetes. Cuando algunos paquetes son perdidos durante la transmisión, la información recibida estaría incompleta o el fax puede ser interrumpido.

♦ Modo T.38

La pasarela de medios codifica la señal de fax proveniente de una máquina de fax de acuerdo con el modo de codificación recomendado en el protocolo T.38, y encapsuladas entonces en paquetes de datos IFP lo cual puede ser transmitido en tiempo real sobre la red IP. La transmisión de paquetes de datos IFP está basada en TCP o UDP. En el caso de TCP, se provee un mecanismo para garantizar la confiabilidad de la transmisión. En el caso de UDP, el protocolo T.38 provee un mecanismo de corrección de error. El modo T.38 es altamente confiable el cual asegura una alta calidad de fax.

Análisis de calidad de la voz

La QoS no es un concepto nuevo, pero cada día este término se escucha con mayor frecuencia. La razón es evidente, cada vez más se amplían los servicios, y aumentan los clientes, el tráfico, la exigencia, etc. Por lo que se torna en un tema fundamental cuantificar la calidad ofrecida.

El análisis de la calidad de la voz es un factor muy importante a tener en cuenta porque con las nuevas infraestructuras y equipos, aparecen nuevos factores de degradación que afectan la calidad y es necesario realizar



Figura 1 Clasificación de los métodos de estimación de calidad

nuevas mediciones teniendo en cuenta los distintos parámetros. Hay muchos métodos para medir la calidad de una llamada, en la figura 1 se muestra la clasificación de los métodos de evaluación de calidad.

Método para la prueba de Calidad de Voz (subjetivo)

♦ **MOS:** *Mean Opinion Score*, Rec P.800 de la UIT-T.

Métodos para las pruebas de Calidad de Voz (objetivos)

♦ **PSQM:** *Perceptual Speech Quality Measure*, Rec P.861 de la UIT-T (intrusiva).

♦ **PESQ:** *Perceptual Evaluation of Speech Quality*, Rec P.862 de la UIT-T (intrusiva).

♦ **PSQM+:** *Perceptual Speech Quality Measure* (intrusiva).

♦ **PAMS:** *Perceptual Analysis Measurement System* (intrusiva), se refiere a Rec. P.800

♦ **Modelo-E:** Modelo de transmisión, Rec G.107 de la UIT-T (no intrusiva).

La forma intrusiva significa que no es en tiempo real y se disponen equipos en dos extremos. Estos métodos utilizan el envío de una señal conocida a través de la red, la captan en el otro extremo, y la comparan con la señal enviada. Se estudia la degradación de la señal recibida comparada con la original. Los equipos que utilizan este método tienen una complejidad elevada y no pueden realizar el análisis en tiempo real de la red. Para medir la calidad de audio, es necesario un generador de llamadas, ficheros o archivos de sonidos de prueba Recomendación P.501 de la UIT-T y un software analizador de audio. Son las pruebas que deben realizarse previas al **corte** de la tecnología en cuestión.

La tabla 5 muestra algunas de las mediciones que pueden realizarse con el equipo de prueba VQT —prueba de Calidad de la Voz—.

Parámetro VAD —Detección de Actividad de Voz—: es un mecanismo complementario al empleo de *codecs* compresores para reducir el ancho

Tipo de medición	Modadlida	Salida
Medición de la calidad percibida		
PAMS, PSQM, PESQS	Según el algoritmo estandarizado por la UIT	Estadísticas y gráfico
Medición de la demora		
OWD, RTD	Método de correlación de señales	Estadística del retardo y gráfico
Medición del transporte de las señales DTMF		
Desviación en amplitud y frecuencia del DTMF	Reconocimiento del tono en amplitud y frecuencia	Gráfico
Medición de VAD		
FEC, HOT	Medición del tiempo de reacción del VAD (apertura y cierre)	Gráfico
Medición de la señal de eco		
ECO		Parámetro de claridad, demora del eco, etc. Gráfico

Tabla 5 Relación de parámetros medidos por el equipo VQT

de banda. Se utiliza para la supresión del silencio, incluye los parámetros siguientes:

♦ **Front End Clipping (FEC):** es la porción de la palabra que es truncada a causa del tiempo que necesita el VAD para reconocer la presencia de señal y permitir la transmisión. El FEC incide en la calidad de la fonía cuando supera los 20 ms.

♦ **Hold Over Time (HOT):** tiempo necesario por el VAD para el cierre en presencia de silencio, el intervalo del HOT comprende entre 200 y 1000 ms.

En la tabla 6 se muestran a modo de resumen las especificaciones de QoS del UMG 8900 configurado como TG —Pasarela Troncal—. Además se reflejan los distintos valores que debe proporcionar PESQ para las distintas condiciones de red como lo referencia la tecnología Huawei.

Item	Description			
Network code delay	Not including transmission and IP network forwarding delay G.711 10 ms: TDM to IP delay < 15 ms; IP to TDM delay < 7ms + IP network jitter G.711 20 ms: TDM to IP delay < 25 ms; IP to TDM delay < 7ms + IP network jitter G.729.10 ms: TDM to IP delay < 20 ms; IP to TDM delay < 7ms + IP network jitter G.729 20 ms: TDM to IP delay < 30 ms; IP to TDM delay < 7ms + IP network jitter G.723 30 ms: TDM to IP delay < 42.5 ms; IP to TDM delay < 7ms + IP network jitter			
Voice quality PSEQ-L Q/MOS		Normal network conditions	Poor network conditions (packet loss rate = 1% network jitter = 20 ms, delay = 100ms)	Worse network conditions (packet loss rate = 5% network jitter = 60 ms, delay = 400ms)
	G.711 20 ms	4,15 (reaching the PSTN quality)	3,80 (close to the PSTN)	3,40 (acceptable)
	G.729 20 ms	3,72 (approximate to the PSTN quality)	3,50 (acceptable)	3,00 (not recommended)
	G.723 30 ms	3,69 (approximate to the PSTN quality)	3,45 (acceptable)	3,00 (not recommended)
Jitter Buffer	0 - 200ms			
Echo cancellation	32 ms, 64 ms, 128 ms			
Fax rate	The highest receiving and sending rate reaches 33,6 kbit/s			

Tabla 6 Especificaciones de QoS del UMG 8900

Como se muestra, para condiciones normales:

- ♦ La PESQ-LQ/MOS es de 4,15 para G.711 (20 ms).
- ♦ La PESQ-LQ/MOS es de 3,72 para G.729 (20 ms).
- ♦ La PESQ-LQ/MOS es de 3,69 para G.723 (30 ms)
- ♦ La demora menor de 100 ms.
- ♦ La pérdida de paquetes debe ser inferior al 1 %.
- ♦ *Jitter* por debajo de 20 ms.
- ♦ *Jitter Buffer* entre 0-200 ms.
- ♦ Cancelación de eco: 32 ms (G.711), 64 ms (G.729) y 128 ms (G.723).

Conclusiones

Las redes NGN basadas en esta tecnología introducen cambios significativos en la forma de operar la red, implementar los servicios, etc. Aparecen nuevos elementos y conceptos, se pretende transportar diferentes clases de tráfico con distintos requisitos de calidad, y en las que la proporción de tráfico sensible al retardo —tráfico de voz y multimedia— será muy significativa. Al producirse problemas de congestión por roturas o fallas de los enlaces, se necesitaría diferenciar el tráfico, para priorizar aquellos servicios que son sensibles a los retardos inherentes a la red de transporte. Tradicionalmente se ha estimado la QoS en base al estado de la red de transporte, al medir los valores de pérdida de paquetes, retardos, ancho de banda disponible y otros. Estas medidas no reflejan fielmente la QoS experimentada por el usuario final. Existe un nuevo enfoque para enfrentar el problema de QoS, debido a que es un tema netamente subjetivo al depender de lo que el usuario perciba del mismo. Aparece así el concepto de PQoS, y actualmente existen los distintos algoritmos explicados para estimar la QoS percibida. Para brindar un servicio con calidad se recomienda tener en cuenta, al realizar las pruebas, todos los elementos que permitan verificar la viabilidad de la red para brindar el servicio a los abonados. Al igual que la seguridad, la QoS por sí sólo constituye un tema de vital importancia, por lo que resulta indispensable profundizar y dominar los parámetros que inciden en la misma. Lo anterior está avalado en que gradualmente se irán incorporando nuevos servicios, a mayor escala, que requerirán mayor interactividad y, por lo tanto, mayor exigencia a la red. En ese sentido, las implementaciones que se realicen deben cumplir con:

- ♦ Incluir las pruebas relacionadas con la medición de QoS en los protocolos de aceptación de estas tecnologías,
- ♦ Realizar las pruebas previas de estimación de PQoS, antes del **corte** para tener un control del estado de los parámetros y factores que puedan degradar la QoS y permitan hacer la correlación con la calidad percibida por el abonado.
- ♦ Realizarse las pruebas en base a los umbrales establecidos o definidos en las recomendaciones internacionales y corroborar lo fijado por el proveedor.
- ♦ Utilizar las herramientas disponibles para mantener un chequeo en tiempo real, referido a las herramientas de que disponen los propios equipos terminales para contrarrestar las imperfecciones de la red de paquetes IP.

Es de gran importancia ir encaminando los esfuerzos en tratar al tema de la QoS debido a que los servicios multimedia sobre la red de paquetes IP irán creciendo. Conjuntamente con la expansión y despliegue masivo de la telefonía IP deben establecerse las normas para esta tecnología. 

Bibliografía

- "860 DSPi Testing VoIP". Disponible en: http://www.jw-ent.com/Images/860DSPi_VoIP_HSD_and_Digital_Video.pdf. (Consulta: septiembre/2006).
- Casas, Pedro; Guerra, Diego; Irrigaria, Ignacio. Tutor: Pablo Belzarena. Proyecto de fin de carrera: "Calidad de servicio percibida en servicios de voz y video sobre IP". Disponible en: <http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/pqos/manual.pdf>. (Consulta: diciembre/2006).
- Contini, Massimo. Conferencia magistral "Comunicaciones novedosas sobre IP". Telecom Italia, Dpto. Red-Red Global. Convención Internacional Informática 2007, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, febrero de 2007.
- Gustavo Giuliano, Héctor. "Evaluación objetiva de codificadores de voz mediante el método PSQM". Gerencia Laboratorios Telefónica Argentina. Disponible en: <http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4371bp001.pdf>. (Consulta: octubre/2006).
- Manual de Huawei "UMG8890 Technical Manual-System Description". Oouchi, Hiroyuki; Takenaga I, Tsuyoshi; Sugawara, Hajime; and Masugi, Masao. NTT Network Service Systems Laboratories 9-11. "Study on Appropriate Voice Data Length of IP Packets for VoIP Networks Adjustment". Disponible en: http://www.comsoc.org/tech_focus/pdfs/2005/jan/1628oouc.pdf. (Consulta: diciembre/2006).
- Recomendación G.114 (05/2000), UIT-T "Tiempo de transmisión en un sentido".
- Rowe, Martin, "Measure VoIP Networks for Jitter and Loss". Senior Technical Editor, 12/01/199. Disponible en: <http://www.reed-electronics.com/tmworld/index.asp?layout=article&articleId=CA187534>. (Consulta: noviembre/2006).
- "Trilithic Offers three Keys for Engineering". Disponible en: http://www.fieldtechproducts.com/broadband_instruments/downloads/applicationnotes. (Consulta: septiembre/2006).
- "Voice Quality Testing Solutions". Disponible en: <http://www.gl.com/completevqt/solutions.html>. (Consulta: noviembre/2006).
- "VoIP Análisis Using Trilithic Instrumentation". Disponible en: <http://www.broadbandgear.net/whitepapers/voipappnotes.pdf>. (Consulta: septiembre, 2006).