

Análisis de Calidad de Servicio en Redes IPv6

Analysis of the Quality of Service in Networks IPv6

Jose Carlos Tavera Carbajal^{1*}

¹ Universidad Privada Antonio Guillermo, Cajamarca, Perú

RESUMEN

Este documento tiene como objetivo analizar el comportamiento de la calidad del servicio del protocolo IPv6 sobre el tráfico de video, para esto se realizó sobre un entorno real y se llevó a cabo el análisis de resultados a través de un software estadístico de control del tráfico.

Palabras Clave.- Calidad de Servicio, Ancho de Banda, Retardo, Fluctuación de Retardo, Pérdidas de Paquetes.

ABSTRACT

This paper has aimed to analyze of the service quality of the IPv6 protocol on video traffic, this was about a real environment and was conducted analysis of results through statistical traffic control software.

Key words.- Quality of Service, Bandwidth, End to end delay, Jitter, Packet loss.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las redes de datos soportan diferentes tipos de aplicaciones tales como voz, video y datos sobre una infraestructura en común dándonos la convergencia de una red. La convergencia de todos estos tipos de aplicaciones representa un reto para la administración de los paquetes de datos. Los fallos en la red afectan a todas las aplicaciones, mientras la red converge después de un fallo quienes más sufren el desperfecto son los usuarios que estén usando aplicaciones interactivas de tiempo real como voz o video, pudiendo incluso perder la conectividad. Nos encontramos en el período de transición al nuevo protocolo de Internet versión 6 (IPv6) del protocolo de internet versión 4 (IPv4), para esto debemos estar preparados para tener redes totalmente convergentes, es por tanto que se ha realizado un análisis del comportamiento del protocolo de internet versión 6 vs el protocolo de internet versión 4 en la transmisión de video agregando características de calidad del servicio.

IPv6 posee una infraestructura de direcciones y enrutamiento eficaz y jerárquica, a partir de allí, se puede comprobar cuál sería la mejora de compatibilidad para Calidad de Servicio (QoS). El rendimiento y calidad del servicio implementado arroja una mejora considerable en la transmisión del video en IPv6 frente al mismo implementado en IPv4.

El modelo de calidad de servicio implementado es el

modelo de Servicios Diferenciados (RFC 2475) [1], este tipo de modelo nos va a permitir la flexibilidad del tratado de los paquetes de video por cada dispositivo de router de la topología.

El modelo de Servicios diferenciados nos permite marcar el tipo de tráfico a implementar calidad de servicio.

Cada tipo de modelo de calidad de servicio debe tener un tipo de elección de encolamiento, que es la capacidad que tienen los dispositivos router para poder almacenar en su buffer de memoria aquellos paquetes que se requieran ser encaminados por su prioridad, en este caso serían los paquetes de video. La técnica de encolamiento utilizada es LLQ, que nos permite reservar un ancho de banda por cada interfaz de entrada o de salida de un router para un paquete IP marcado o etiquetado con un nivel de calidad de servicio.

Para lograr el proyecto se emplearon herramientas bajo la tecnología CISCO (Router, Switch) a través del protocolo OSPF en su versión 2 para IPv4 y su versión 3 para IPv6 permitiendo la transmisión del video en las redes IPv6, para la reproducción del video se utilizó el software libre VLC Media Player y para analizar el comportamiento de los parámetros de la calidad de servicio el software D-ITG.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo se realizó sobre la

La Revista Científica TECNIA protege los derechos de autor bajo la Licencia 4.0 de Creative Commons: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

* Corresponding:

e-mail: jose.tavara@upagu.edu.pe

metodología Top Down, en este tipo de metodología se describe múltiples fases por la que una red atraviesa para definir actividades mínimas requeridas por tecnología y complejidad permitiendo operar exitosamente las tecnologías CISCO, logrando optimizar el desempeño a través del ciclo de vida de redes PDIO: Planificar, Diseñar, Implementar, Operar.

3. PROCEDIMIENTO

Equipamiento

Para realizar el desarrollo de la investigación del comportamiento del transporte del video sobre redes IPv6 aplicando Calidad de Servicio, se ha realizado una topología que incluye los siguientes equipamientos:

- 03 Routers modelo 2901 del fabricante Cisco Systems, que incluye el sistema operativo IoS 15.0.
- 02 Switch modelo 2960 del fabricante Cisco

Systems.

- 02 Desktop del fabricante Dell, modelo
- Cables de tipo serial, cables UTP, Cable consola.

* Considerar que la configuración de calidad de servicio se realizó en cada uno de los routers propuestos.

Direccionamiento IP

La topología se configuro en un entorno Dual Stack, para la red IPv4 con el protocolo OSFP v2 y para la red IPv6 con el protocolo OSFP v3.

Modelo de calidad y servicio

El modelo de Calidad de Servicio elegido es el Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ), definido en las RFC 2474 [2] y RFC 2475 [1].

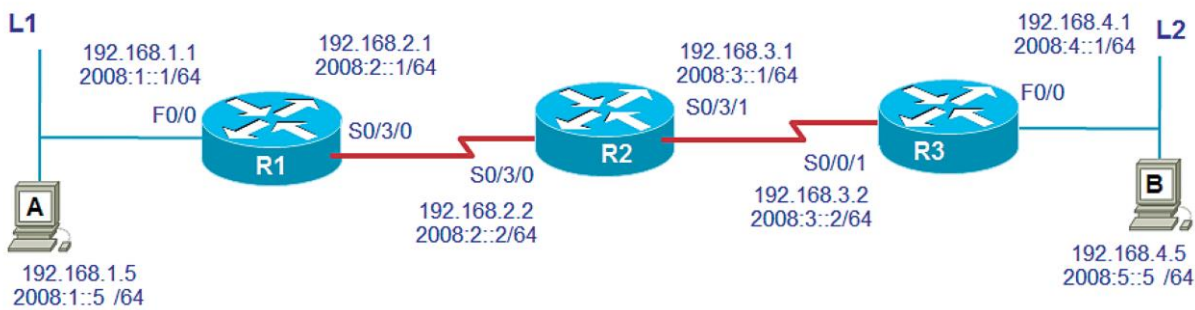


Figura 1 Esquema del direccionamiento IPv4 y IPv6.

La elección del modelo de Servicios Diferenciados se da por ser un modelo flexible que a través de toda la ruta de extremo a extremo por donde se transporta el paquete de video se reserva un ancho de banda por cada interface del router que conmuta y direcciona el paquete de video. Esta técnica de poder reservar el ancho de banda en un Servicio Diferenciado (DiffServ) se llama PHB (Per Hop Behaviors) [3 y 4]. El modelo de Servicio Diferenciados es aplicable tanto para el protocolo IPv4 como para el protocolo IPv6, los cuales utilizan el mismo mecanismo para la asignación de Calidad de Servicio.

Para la implementación de la Calidad de Servicio [5]

debemos considerar los siguientes pasos:

Identificación del tráfico y sus requerimientos.- el tipo de tráfico es el paquete de video en formato MPG4 como método para la compresión de audio y video y herramienta de codificación limitando la complejidad computacional, uno o varios niveles [6], que será transmitido a través del protocolo UDP (protocolo de datagrama de usuario) en el puerto 4532 utilizando el software libre VLC Media, [7 y 8].

Clasificación del tráfico.- para el caso del video de acuerdo al modelo de servicio diferencial DiffServ se elige la Clase de tráfico de señalización el indicado

Tabla 1. Clasificación de requerimiento de transmisión de video.

Clase	Prioridad	Tipo de cola	Ancho de banda mínimo	Herramientas
Signaling	4	LLQ	70%	LLQ

para ser utilizado en aplicaciones de tiempo real como es la transmisión de paquetes de video.

Definir las políticas de la clase.- (garantiza máximo y mínimo de reservación, prioridad) para la realización de nuestras pruebas se ha reservado el 70% de ancho de banda para la transmisión del video. Como herramienta de implementación se eligió el LLQ (Low latency queuing), Tabla 1.

Cuando se realiza DiffServ con el protocolo IPv6 el campo Traffic Class es representado por los bits de DSCP (Differentiated Services Code Point) y ECN (Explicit Congestion Notification) que son los bits que van a controlar el etiquetado de un paquete para ser atendidos con calidad y servicios de acuerdo a la política de calidad en los equipos enrutadores [5].

En un modelo de Servicio Diferencial la elección de los 6 bits de DSCP nos van a proporcionar el comportamiento de reenvío PHB, Figura 2.

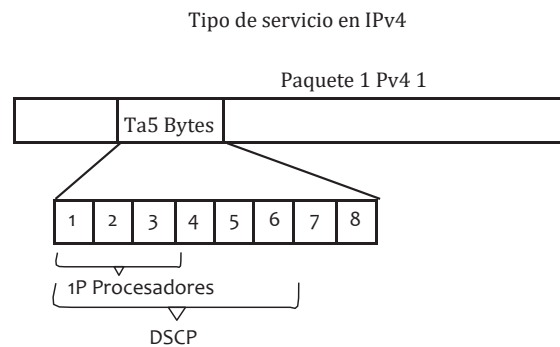


Figura 2 Bits de ToS para un paquete IP. [3].

Administración del tráfico

Clasificación del tráfico.- Es el proceso de clasificar e identificar y categorizar el tipo de tráfico al cual se le va a dar calidad de servicio. Para nuestro caso se

En la Figura 3, podemos observar que el campo DCSP al utilizar Servicio Diferenciados está compuesto por los siguientes bits:

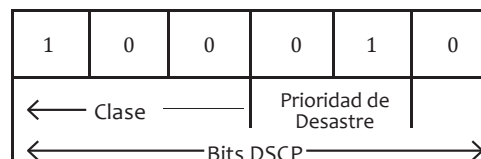


Figura 3. Bits de marcado para DSCP, donde X puede ser un valor 1 o 0.

va a utilizar una lista de acceso para poder marcar el tráfico, [3 y 5].

Bits de clase.- nos da la prioridad del etiquetado de un paquete, en este caso tenemos:

Clase 1, Clase 2, Clase 3 y Clase 4

Dentro del protocolo IPv6 se va utilizar una lista de acceso nombrada, la cual va a permitir la clasificación del protocolo UDP en el puerto 4532. Para poder clasificar un paquete IPv6 con Calidad de Servicio se tiene el campo Traffic Class, dentro de su estructura de los campos de un paquete IPv6.

Cada uno de estas clases está asociado con un tipo de tráfico a elección, en nuestro caso la transmisión de video está clasificada en la Clase 4, [5].

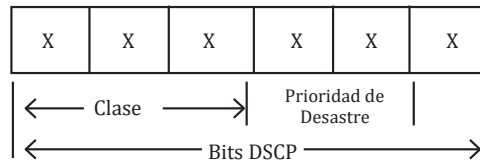


Figura 4. Elección de bits de DSCP para PHB.

Bits de prioridad de descarte.- en cada .cola se implementa una técnica para evitar la congestión descartando los paquetes elegidos antes de que la cola se llene. En este caso se tienen las siguientes prioridades:

Baja , Normal, Media, Alta

Para la transmisión de video, se elige una prioridad baja, lo que indica que se tiene una prioridad menor de descarte. En el trabajo de investigación de clasificación los paquetes de video, los bits a elegir para el DSCP son de acuerdo a la Figura 4.

De acuerdo a la Tabla 2, el tipo de PHB elegido es el PHB Assured Forwarding (PHB AF), con un valor de PHB AF41, que es el valor a elegir para transportes de aplicaciones en tiempo real como es el video ya que sus valores de retardo y jitter son bajos.

El trabajo de encolamiento se efectúa de la siguiente manera: si la cola de hardware no se llena no habrá paquetes en la cola de software, pero si la cola de hardware se congestionao llena, entonces los paquetes se almacenan en la cola de software y será procesado de acuerdo a este encolamiento. Al utilizar un modelo de Servicios Diferenciados, el encolamiento en base a software a elegir debería ser uno que nos proporcione bajos tiempos de retardo y jitter para una transmisión de video, en este caso vamos a utilizar el encolamiento por software LLQ (Low Latency Queuing), que nos va a permitir reservar un ancho de banda dedicado por cada interface de los enrutadores de la topología.

Administración de dispositivos Routers.- para la configuración de los dispositivos enrutadores (Routers) se va a realizar a través de la forma Modular QoS CLI (MQC) que se tienen en los enrutadores Cisco

Tabla 2. De elección de phb.

PHB	Low Drop Preference	Medium Drop Preference	High Drop Preference
Class 1	AF11 (10) 001010	AF12 (12) 001100	AF13 (14) 001110
Class 2	AF21 (18) 010010	AF22 (20) 010100	AF23 (22) 010110
Class 3	AF31 (26) 011010	AF32 (28) 011100	AF33 (30) 011110
Class 4	AF41 (34) 100010	AF42 (36) 100100	AF43 (38) 100110

Congestión y colas.- (Cola de Software LLQ y Cola de Hardware FIFO), la congestión ocurre cuando el ritmo con el que llegan los paquetes al enrutador es mayor que el ritmo con el que salen, esto puede ser causado cuando la interface de salida tiene menor capacidad que la interfaz de llegada de un router. Para esto se debe tener técnicas de encolamiento que puedan elegir que paquetes se puedan almacenar en su buffer par ser direccionados luego a través de un protocolo de enrutamiento.

Toda interface tiene dos tipos de encolamiento: por hardware y software. El encolamiento por hardware tiene un único encolamiento: FIFO.

modelo 2901, Figura 5.

Así se va a poder realizar las configuraciones:

- Clasificación de Tráfico: es el etiquetado del tráfico a seleccionar calidad de servicio.
- Asignación de Políticas: elegir el tipo de encolamiento de acuerdo al tráfico clasificado.
- Aplicación de la Política: asignar la política de calidad de servicio a una interfaz del Router.

Herramientas de testeo

VideoLAN (VLC), cuenta con la capacidad de

reproducir archivos multimedia como DVD, Audio CD, VCD y diversos productos de transmisión, [7, 8 y 9].

Considerando el proceso para la obtención de datos sobre el análisis de transmisión de video, se necesitan un software capaz de producir el tráfico de paquetes, la medición de flujos UDP y evaluar el rendimiento de una red.

La Decodificación del análisis (ITGDec) ejecutado por el software nos devuelve cuatro (4) parámetros que se encuentran representados en la siguiente

Posterior al análisis del tráfico de paquete ejecutado por DITG, es elemental obtener los datos de manera gráfica a través del software Gnuplot.

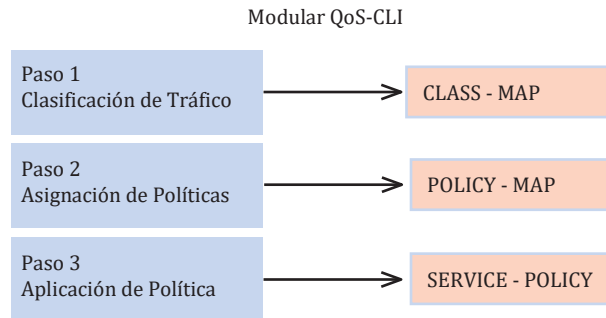


Figura 5. Pasos a seguir en una configuración MQC.

Tabla 3. Campos de la arquitectura D-ITG

ITGSend	Envío de procesos
ITGRecv	Recepción de procesos
ITGLog	Servidor de Almacenamiento
ITGManager	Administrador del Control Remoto
ITGDec	Decodificación del Análisis

Tabla 4. Parámetros de la decodificación.

Bitrate	Delay	Jitter	Packetloss
Velocidad del enlace	Retardo	Fluctuación	Paquetes perdidos

Existe un software de Código Abierto (Open Source) completamente libre utilizable por línea de comandos o GUI, llamada D-ITG [10] es una plataforma capaz de producir tráfico de paquetes a nivel de proceso estocásticos (aleatorios) adecuados para replicas con precisión. Su principal funcionalidad es soportar tráfico IPv4 e IPv6 generando tráfico en la capa de red, transporte y Aplicación (Capas del Modelo OSI).

El software cuenta con una Arquitectura conformada por 5 campos, detallados en la siguiente Tabla 3.

4. RESULTADOS

Para la emisión en vivo del video desde el Servidor al Cliente según la topología mostrada en la metodología se utilizó la funcionalidad Video Streaming del software VideoLAN (VLC).

Para lograr la validación a las condiciones al que somete el protocolo IPv6 en entornos de transmisión de video esto debemos hacer comparaciones del protocolo IPv6 versus el protocolo IPv4. Los resultados obtenidos del análisis con DITG se muestran en la Tabla 5.

En las Figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran el enmarcado de parámetros decodificados por ITGDec del análisis de DITG durante la transmisión del video condicionada por el uso de QoS en IPv4 e IPv6 en tiempo (milisegundos), cantidad (unidades y paquetes). Como ultima herramienta contamos con el software Gnuplot que dibujará de forma gráfica todos los resultados arrojados por DITG. En las Figuras del 10 al 17, se mostrarán los parámetros BITRATE, DELAY,

JITTER, PACKETLOSS sobre un rango de 0 a 300 segundos; de los protocolos IPv4 e IPv6 con Calidad de Servicio.

BITRATE

Para la disponibilidad de los paquetes en la transmisión de video se ha reservado un ancho de banda igual para ambos protocolos.



Figura 6. Representación gráfica en tiempo (milisegundos) del retardo mínimo, máximo y su promedio.



Figura 7. Representación gráfica en cantidad (unidad) de paquetes totales recibidos y eliminados.



Figura 8. Representación gráfica en cantidad (unidad) de bits recibidos.



Figura 9. Representación gráfica del Índice Promedio de Paquetes.

IPv4 con QoS

Se observa que la disponibilidad aprovechada por el protocolo IPv4 es de 918 paquetes transmitidos por segundo.

IPv6 con QoS

Se observa que la disponibilidad aprovechada por el protocolo IPv6 es de 965 paquetes transmitidos por segundo, aprovechando y preservando mayor el ancho de banda.

DELAY

Se ha realizado las mediciones del tiempo que demora en llegar los paquetes de extremo a extremo.

IPv4 con QoS

Se observa que el tiempo medio de retardo en el

protocolo IPv4 es de 8.94 milisegundos, siendo un valor óptimo.

IPv6 con QoS

Se observa que el tiempo medio de retardo en el protocolo IPv6 es de 8.24 milisegundos, superando las expectativas sobre IPv4 considerándolo un protocolo que administra mejor las colas para una transmisión de extremo a extremo de un paquete de video.

JITTER

Para la fluctuación que puede realizar el retardo de extremo a extremo, debe conservarse permanentemente para que no afecte los paquetes de video transmitidos.

IPv4 con QoS

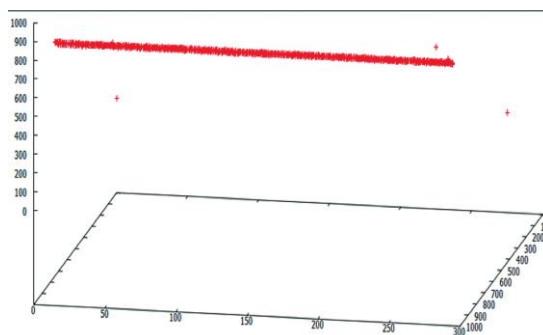


Figura 10. Gráfica del Bitrate en IPv4 con QoS.

Tabla 5. Detalle comparativo entre IPv6 vs IPv4.

Parámetros	QoS en IPV4	QoS en IPV6	Medida
Numero de Flujos	1	1	Unidades
Tiempo Total	280.029	280.003	Segundos
Total de Paquetes	257123	270375	Unidades
Retardo Mínimo	8.880925	7.98468	Milisegundos
Retardo Máximo	8.967835	8.50042	Milisegundos
Retardo Promedio	8.947605	8.24255	Milisegundos
Fluctuación Promedio	12.01	11.63	Milisegundos
Desviación Estándar del Retardo	49.42	35.56	Milisegundos
Bytes Recibidos	25712300	13518750	Unidades
Velocidad de Bits Promedio	734.561063	386.245862	Kbit/s
Índice Promedio de Paquetes	918.201329	965.614654	pkt/s
Paquetes Eliminados	22877 (8.17%)	9625 (3.44%)	Unidades
Tamaño Promedio loss-burst	1.813189	2.033594	pkt
Líneas de Error	0	0	Unidades

Se observa una gran variación del jitter en el tiempo de 12.01 milisegundos para IPv4 que es ocasionada por la congestión de colas de los paquetes de video llegando distorsionados al destino.

IPv6 con QoS

Se observa que la variación del jitter en el tiempo de 11.63 milisegundos para IPv6 es constante favoreciendo a una mejor administración de congestión de las colas de los paquetes de video para

llegar al destino.

PACKETLOSS

Para comprobar la reducción de pérdida de paquetes se ha realizado las mediciones sobre aplicaciones en tiempo real de extremo a extremo.

IPv4 con QoS

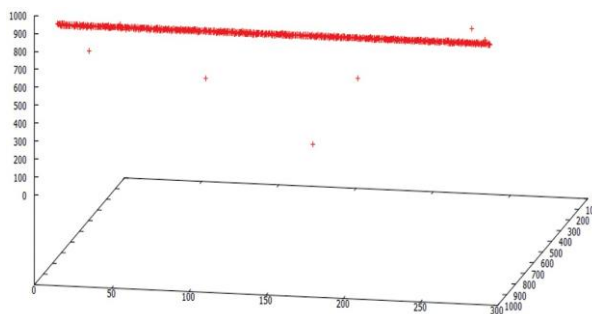


Figura 11. Gráfica del Bitrate en IPv6 con QoS.

Se observa que la pérdida de paquete en IPv4 es de 22877 (8.17%) del total de paquete de video transmitidos, lo cual nos da un tasa alta de pérdida que se evidencia con imágenes cuadrículadas y congeladas en el tiempo.

IPv6 con QoS

Se observa que la pérdida de paquete en IPv6 es de 9625 (3.44%) del total de paquete de video transmitidos, lo cual nos da un tasa mínima de pérdida que se evidencia con imágenes continuas y de poca distorsión.

4. CONCLUSIONES

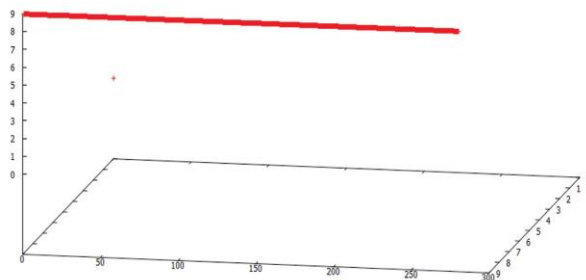


Figura 12. Gráfica del Delay en IPv4 con QoS.

Durante el presente trabajo se investigó, analizó, diseñó, se recolecto información y se implementó correctamente un modelo de calidad de servicio en redes IPv6, siendo este el modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ), del que se recomienda por ser escalable y efectivo de acuerdo a los parámetros

de Calidad de Servicio, obteniendo mejores resultados en IPv6.

Los mecanismos que se utilizaron para dar la calidad de servicio en Servicios Diferenciados para el transporte de video en una red IPv6 tienen un mejor comportamiento y performance versus una

red IPv4 según resultados obtenidos, de acuerdo a los parámetros de: delay, jitter y packetloss, ya que para el transporte de tráfico de tiempo real como en este caso en el video necesitamos mecanismos que traten la transmisión de estos paquetes con la menor retardo, fluctuación y pérdida.

La elección de la técnica de encolamiento LLQ para el tráfico de paquetes de video, dio los resultados adecuados para ser considerados con un bajo valor de delay, jitter y packetloss en el transporte de extremo a extremo del video sobre una topología de red en el protocolo IPv6.

Se debe poner mayor énfasis en el estudio del campo de Etiquetado de Flujo de un Paquete IPv6, donde

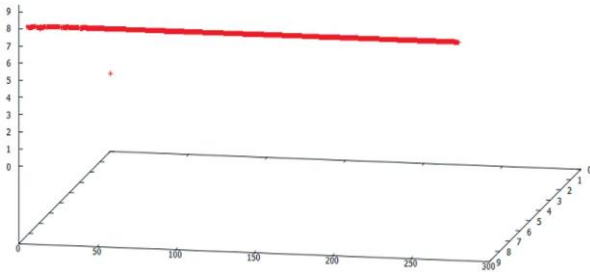


Figura 13. Gráfica del Delay en IPv6 con QoS.

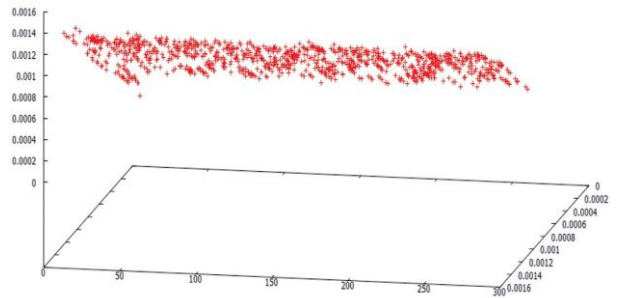


Figura 14. Gráfica del Jitter en IPv4 con QoS.

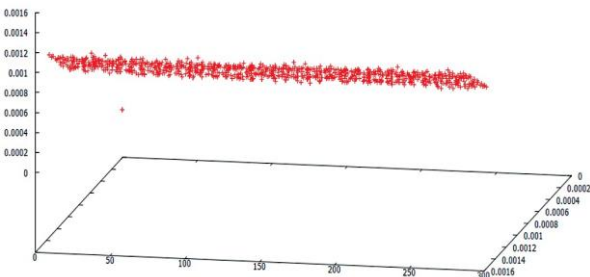


Figura 15. Gráfica del Jitter en IPv6 con QoS.

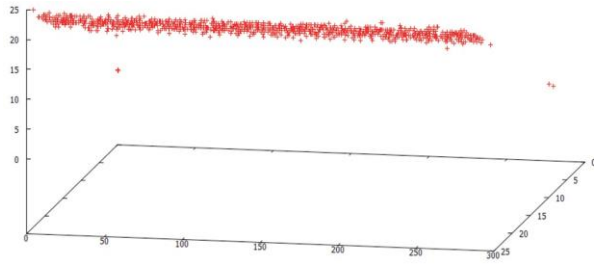


Figura 16. Gráfica del Packetloss en IPv4 con QoS.

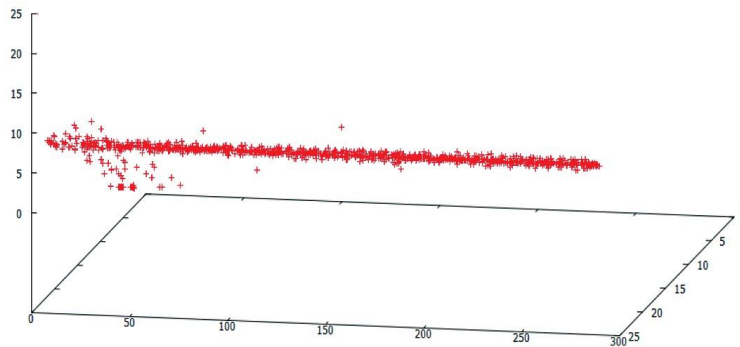


Figura 17. Gráfica del Packetloss en IPv6 con QoS.

podremos aprovechar el mejoramiento de la calidad de servicio en redes IPv6.

Se debe seguir estudiando el comportamiento de la Calidad de Servicio sobre redes IPv6, ya que en un futuro cercano va ser el protocolo a utilizar para el transporte de todo tipo de tráfico de la Internet.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Ingeniería, la oportunidad de poder dar a conocer a la comunidad el desarrollo de mi trabajo y la obtención de los resultados mostrados.

A mi esposa Susy que eres mi compañera en el caminar de la vida, a mi hijo Mateo que eres la luz y esperanza dentro de mí, les dedico con mucho cariño este paper.

REFERENCIAS

- [1] Black D., Carlson M., Davies E., Wang Z., Weiss W. and Blake S. "Network Working Group". [Online]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2475.txt> (1998).
- [2] Blake S., Baker F., Black D. and Nichols K. "Network Working Group". [Online]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2474.txt> (1998, December).
- [3] Cisco System, 2006. "Cisco IoS Quality of Service Solutions Command Reference", Segunda ed. San Jose CA, USA,
- [4] Barker F., Weiss W., Wroclawski J. and Heinanen J. "Network Working Group". [Online]. <http://tools.ietf.org/html/rfc2597> (1999, June).
- [5] Cisco System, "End-to-End QoS Network Design: Quality of Service in LANs, WANs, and VPNs", Primera ed. San Jose CA, USA, 2004.
- [6] ISO. ISO/IEC 14496-1:1999. [Online]. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=24462 (1999, Diciembre).
- [7] Bilien J., Daoud A., Stenac C., Cellier A., Saman J-P and de Lattre A. VideoLAN Streaming Howto. [Online]. <http://www.videolan.org/doc/streaming-howto/en/> (2005).
- [8] Video LAN Organization. "VLC playback Features". [Online]. <http://www.videolan.org/vlc/features.html>
- [9] Malavida. "Características VLC Media Player". [Online]. <http://www.malavida.com/post/caracteristicas-vlc-media-player> (2011, September).
- [10] D. Emma, S Avallone, A. Botta and G. Ventre A. Pescapé, "D-ITG, Distributed Internet Traffic Generator", Dipartimento Informatica e Sistemistica, Università degli Studi di Napoli. Naples, Italy.