

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE QoS SOBRE IPV6 EN LA TRANSMISIÓN DE VOIP EN UNA LAN CORPORATIVA.

Ricardo Proaño Alulema

Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador
r.proano@uta.edu.ec

RESUMEN:

En este trabajo se realizó el análisis de Calidad de Servicio (QoS) sobre IPv6 en la transmisión de VoIP en una red LAN Corporativa, con el fin de asegurar la transmisión de tráfico Real Time Protocol (RTP). Esto se realizó mediante el Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP), implementando un ambiente de pruebas en el cual se simuló un enlace dedicado de 1024 Kbps, mediante un mecanismo de transición llamado Tunnel SIT y la política Rate Control. Se utilizó el Sistema operativo Linux, Software para VoIP (Asterisk con los controladores Driver Dahdi-complete 2.0), Software de monitoreo y tráfico Wireshark, Software para cliente SIP Communicator (jitsi), Software de Ruteo Vyatta, y un generador de tráfico basado en C "Mausezahn". Se demuestra que existen soluciones robustas y completamente libres, que permiten implementar escenarios complejos en los que se puede incluir Ruteo, QoS, y VoIP, sin ningún coste por el uso de licencias, y a su vez comprobar que la aplicación de QoS en la transmisión de VoIP, mejora notablemente la comunicación y asegura una transmisión de voz sobre IP estable y permanente.

Palabras clave: QoS, VoIP, IPv6, Vyatta, SIP

ABSTRACT:

In this work, the analysis of Quality of Service (QoS) over IPv6 in the transmission of VoIP on a corporate LAN, in order to ensure traffic transmission of Real Time Protocol (RTP) was done. This was achieved by the Session Initiation Protocol (SIP), implementing a test environment with a simulated dedicated link of 1024 Kbps through a transition mechanism called Tunnel SIT and Rate Control policy. Linux OS, Software for VoIP (Asterisk with Dahdi Driver drivers-complete 2.0), and traffic monitoring software Wireshark SIP Communicator client software (Jitsi), Vyatta routing software, and traffic generator based on C Mausezahn were used. This research project demonstrates that there are completely free and robust solutions that allow the implementation of complex scenarios in which routing, QoS, and VoIP can be included at no cost generated by the use of licenses. Additionally, it proves that the application of QoS for VoIP transmission greatly improves communication and ensures stable and permanent voice transmission over IP.

Keywords: QoS, VoIP, IPv6, Vyatta, SIP.

Artículo Recibido: 1 de julio de 2013

Artículo Aceptado: 30 de noviembre de 2013

1. Introducción /

El desarrollo acelerado de Internet y el agotamiento inminente del espacio de direcciones IPv4 ha obligado a ciertas organizaciones a manejar varias alternativas que puedan sustentar este avance imparable e implacable, una de estas son los llamados mecanismos de transición, que facilitan la transición de Internet de su infraestructura IPv4 al sistema de direccionamiento de nueva generación IPv6.

El Protocolo IPv6 es una versión del protocolo de Internet Protocol (IP) y está destinado a reemplazar a IPv4, definido en el RFC 2460 esta nueva versión del Protocolo de Internet fue diseñado por Steve Deering de Xerox PARC y Craig Mudge.

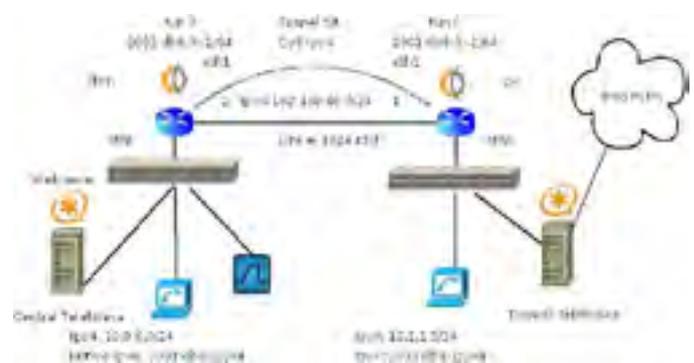
Uno de los aspectos principales de este nuevo estándar, a más de mecanismos de seguridad incorporados, es el soporte de Calidad del Servicio (QoS), lo que abre las puertas a nuevas tecnologías para soportar ingeniería de Tráfico, y una de las aplicaciones tiene mayor demanda como lo es la VoIP. Si bien las ventajas sobre Ipv4 son muchas, sin embargo la implementación del nuevo protocolo se la ha ido haciendo de una manera “prudente”, coexistiendo con el “viejo” protocolo, a través de mecanismos de transición bien definidos como Doble Pila, Túneles o Traducción.

Ricardo Proaño Alulema Universidad Técnica de Ambato Aspecto Legal Es importante señalar que la relevancia de la transición al nuevo protocolo Ipv6 ha marcado no sólo al sector privado y dedicado a la tecnología, sino a sectores públicos y gubernamentales, tal es el caso del Ecuador, que en el pasado año 2012, desde el ministerio de telecomunicaciones a través del acuerdo ministerial 007-2012 se solicitó en el Artículo 1, inciso 2: “Las instituciones y Organismos del sector Público señalados en el Art 225 de la Constitución de la República del Ecuador, deberán realizar las gestiones necesarias para que implementen sus sitios web y plataformas de servicios electrónicos, con el soporte y compatibilidad con el protocolo IPv6 de manera coexistente con el protocolo IPv4, en el plazo de un año contado a partir de la entrada en vigencia del presente acuerdo.”

De tal forma que se considera a IPv6 como una pieza clave en comunicaciones ubicuas, servicios multimedia de VoIP, redes sociales (P2P) y redes de sensores, por mencionar algunas. Todo gracias a las ventajas competitivas y de eficiencia que ofrece IPv6 respecto a IPv4.

2. Métodos, Técnicas e Instrumentos /

Para el análisis de la aplicación de QoS sobre Ipv6, se desarrolló un ambiente de simulación de una red empresarial, implementando tráfico de VoIP con Software libre (CentOS Asterisk), IPv6/Ipv4 (DualStack) y políticas de Calidad de servicio, con el objetivo de minimizar la latencia y el jitter de los paquetes deseados, maximizar la salida de estos paquetes y por el contrario, parar la salida de tráfico, por ejemplo, P2P, garantizando el paso del tráfico RTP, utilizando el diagrama de la Figura 1.



2.1 Métodos

Método Científico: Se utilizó este método ya que se analizaron ciertos rasgos de los protocolos propuestos para las tecnologías de VoIP, además las ideas, conceptos, y teorías expuestas en este proyecto de tesis son verificables como válidas, las mismas que servirán para recopilar la información necesaria con el objetivo de encontrar la tecnología adecuada a ser aplicada en el ambiente de pruebas a ser construido.

Método Inductivo: Debido a que al observar el funcionamiento de los protocolos de VoIP, en diversos escenarios, se va a llegar a una conclusión que permita identificar las diferencias y mejoras de VoIP sobre Ipv6, aplicando Calidad de Servicio, sobre la transmisión de VoIP en escenarios que no posean esta última característica.

Al estudiar en forma en el ambiente de pruebas las diferentes tecnologías y mecanismos de transición se trató de encontrar una tecnología que contenga las mejores características para la transferencia de VOIP.

Se utilizaron las técnicas de observación, recopilación de información, análisis y pruebas.

2.2 Instrumentos

Para la recopilación de la información, se utilizó el sniffer Wireshark ya que es utilizado por muchas empresas, universidades e Institutos. El programa posee la ventaja de ser gratuito y de código abierto desarrollado por un equipo internacional de desarrolladores de redes.

Aunque es relativamente nuevo, se utilizó Mausezahn como generador de tráfico ya que es muy utilizado para testear VoIP o redes multicast, aunque también puede usarse en auditorías de seguridad para chequear si los sistemas están suficientemente fortificados o, en el presente caso, como otra interesante herramienta para comprobar los IDS, SIEM y demás elementos de seguridad perimetral. Al tratarse de Voz sobre Ip se trata de generar tráfico Ip desde una terminal virtualizada con Ubuntu usando el siguiente comando: `#sudo mz -c 0 -t ip -p 1024 -B ip destino -d 2m`

3. Procedimiento

Para la realización del presente proyecto, se utilizaron conjuntamente elementos de software y hardware, que permitieron la implementación exitosa del entorno de pruebas, que brinda una calidad aceptable en las transmisiones de VoIP. Sumado a esto, se utilizaron aplicaciones de software libre, que permitieron minimizar costos y además otorgaron flexibilidad en el proceso de configuración y actualización del sistema en general. Se establecieron seis escenarios de pruebas para la obtención de los datos en base a los siguientes requerimientos que no deben faltar en una red de datos según la norma ETSI TS: 123 107 V7.1.0 (2007-10), y que se describen en la Tabla 1.

En el caso de la duración de la llamada, para el caso de telefonía vocal, según ATEL ASESORES C.A y su obra "Tráfico en Redes de Telecomunicaciones" elaborado por Diógenes Marcanose, se considera que tiene un comportamiento como el de una distribución exponencial negativa.

Pérdida de Paquetes	Perdida máxima del 2% del volumen de datos enviados
Media de Latencia unidireccional y RTT	Valor máximo de 60 milisegundos
Jitter	Variación máxima de 50 milisegundos
Ancho de banda en un canal de voz	32 Kbps para un canal de ida o vuelta

Tabla 1. Valores requeridos

La distribución exponencial. Interpretación: la cantidad de llamadas de duración x viene dada por:

$$P(X = x) = \frac{1}{\mu} e^{-x/\mu}$$

La probabilidad de que la duración de las llamadas sea x, viene dada por P(X=x).

La media y la varianza son iguales a $\mu = 3$ minutos.

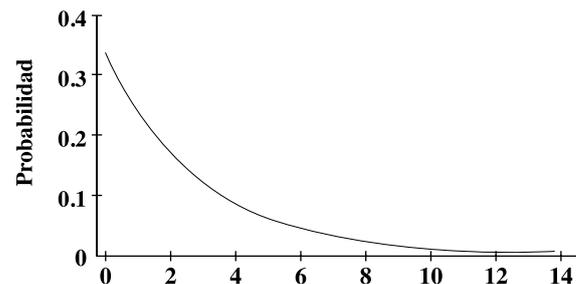


Figura 2. Distribución exponencial con media $\mu = 3$ minutos de duración de llamada.

Por lo cual el tiempo de llamadas para las pruebas realizadas fue de tres minutos.

3.1 Tamaño de la muestra y número de repeticiones en el diseño experimental.

El número de repeticiones del experimento o el número de llamadas realizadas, se determinó por la cantidad promedio de llamadas obtenidas en el rango de una hora de una empresa PYME promedio, misma que ha servido para determinar otro parámetro importante de los escenarios planteados como es el ancho de banda promedio como lo indica la siguiente tabla:

Parámetro	Cuantificador
Número de llamadas en una hora pico	180
Canal de Datos de un cliente corporativo promedio	1024 Kbps compartición 1:1
Hora Pico	10:00 a 11:00

Tabla 2. Referencia cantidad de llamadas

Cálculo del tráfico promedio A (Erlang) se lo ha realizado en base a dos factores importantes:

1.- La tasa de llegada de sesiones de comunicaciones Q [sesiones/s, sesión/min, sesión/hr]

2.- La duración promedio de cada sesión μ [seg o min] $A = \mu * Q$

De donde obtenemos los siguientes resultados:

$A = 180$ llamadas en hora pico * 3 minutos (valor de llamada promedio validado anteriormente)

$A = 3$ llamadas por minuto * 3 minutos

$A = 9$

El número de repeticiones será de 9 y lo haremos en base a este resultado para cada escenario. Dentro de las herramientas de QoS implementadas, y al desarrollarlas en ambiente de Software Libre, se utilizaron políticas de tráfico saliente:

Traffic Shaper y Rate Control, del software de ruteo Vyatta (Linux BSD).

Traffic-shaper (moldeador de tráfico), este algoritmo provee colas que se basan en Token Bucket ; que es muy parecido a round-robin pero no es tan estricto ya que permite que los recursos no usados por una clase de tráfico sean tomados por otra que sí los necesita. El algoritmo de shaper al igual que round-robin limita el uso del ancho de banda por clases pero aloja nuevamente y distribuye el ancho de banda sobrante.

El mecanismo de la política de tráfico rate-control (control de índice o tasa) es un algoritmo de planificación. Provee colas basadas en el algoritmo de Token Bucket Filter. Este algoritmo únicamente pasa paquetes que llegan a una velocidad o tasa que no excede la tasa administrativamente fijada. Es posible, sin embargo, sobrepasar esta tasa para ráfagas cortas de tráfico.

En la figura 3 podemos observar un ejemplo de Traffic shaper, operando de la siguiente manera: Las líneas de color rojo representan el tráfico VoIP, las líneas de color verde el tráfico de saturación y las líneas de color negro el tráfico de internet. Esto se puede apreciar en la figura 3:

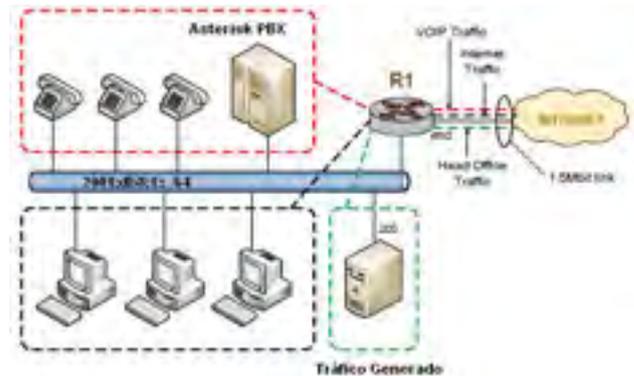


Figura 3. Ejemplo de Traffic Shaper.

El direccionamiento en el caso de ipv6 se escogió el prefijo 2001, por tratarse de un rango establecido únicamente para documentación, y una máscara /64. También se utilizó un direccionamiento IPv4, con máscara /24

Para el ambiente de VoIP, se utilizó Asterisk por su versatilidad y flexibilidad para adaptarse a las necesidades de cualquier organización, permitiendo la instalación y configuración de varios tipos de servicios.

Actualmente existen muchas implementaciones llamadas “tres en uno” como Trixbox, Asterisk Now y Elastix, que son de distribución libre e integran el Sistema Operativo, Asterisk y un administrador web de la Central telefónica. Sin embargo el escenario de pruebas planteado se lo ha realizado sobre CentOS 5.6, y se ha instalado sobre éste el software Asterisk, el mismo que tiene soporte para muchos teléfonos IP y softphones, actuando como pasarela de conexión hacia a PSTN. Esto se logra utilizando tarjetas con interface FXO, diseñada para conectar líneas analógicas desde la PSTN; y una interfaz FXS, que permiten conectar un teléfono analógico para así convertirlo en un teléfono IP.

Los paquetes de VoIP se encuentran en el protocolo RTP el cual está dentro de los paquetes UDP-IP.

1) VoIP no usa el protocolo de TCP porque es demasiado pesado para las aplicaciones de tiempo real así es que para eso usa el datagrama de UDP.

2) El datagrama de UDP no tiene el control sobre la orden de la cual los paquetes son recibidos o de cuánto tiempo toma para llegar ahí. Cualquiera de estos dos puntos son bastante importantes para la calidad (que tan clara se escucha la voz de la otra persona) y la calidad de la conversación (que tan fácil es llevar una conversación), por lo que RTP resuelve este problema permitiendo que el receptor ponga los paquetes en el orden correcto y que no se tarde con los paquetes que hayan perdido el camino o se tarden mucho en ser recibidos.

Primero se establece la llamada entre dos softphones con el software Jitsi:

Origen	Destino
2001:db8:2::100 10.0.0/24	2001:db8:1::100 10.1.1.0/24

Tabla 3. Direccionamiento

Luego se inunda la red con tráfico IP, FTP El sniffer Wireshark nos presenta la siguiente información:

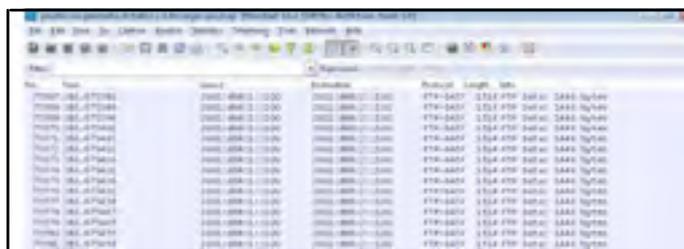


Figura 4. Ejemplo de captura de tráfico Ftp

Podemos observar el tráfico que se ha generado y que se ha capturado con Wireshark.

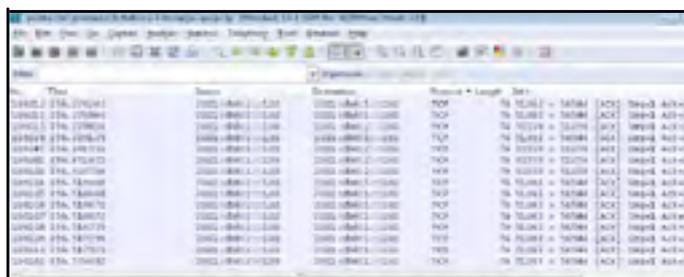


Figura 5. Tráfico TCP generado

En la siguiente figura notamos el tráfico RTP que se ha generado.

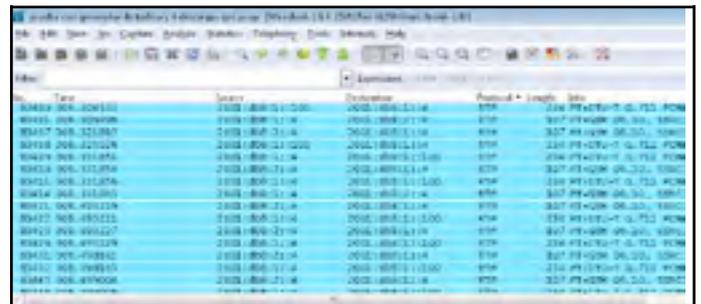


Figura 6. Tráfico RTP

Es importante señalar que la Ip de origen no se observa, esto sucede porque al estar en otro extremo de la red, el sniffer únicamente observa el servidor SIP, troncalizado “2001:db8:2::4”, que lo toma como generador del tráfico RTP.

Una de las fortalezas de Wireshark, es su gran versatilidad para obtener el tipo de información que necesitamos de un segmento de red, así podemos observar gráficamente el comportamiento de la red en diferentes circunstancias. En la figura 7, se puede observar la captura de tráfico, filtrada según la prioridad de tráfico asignada al tráfico RTP mediante la aplicación de QoS Traffic Shapper.



Figura 7. Análisis de tráfico aplicando QoS

Al aplicar filtrados de tráfico, podemos apreciar al tráfico RTP de color Rojo, el mismo que no decae al momento de saturar la red, el tráfico que no es RTP, lo podemos ver en color azul (es todo el tráfico restante).

Los comandos que se utilizaron para este análisis son:
Filter: RTP && ipv6.dst == 2001:db8:1::100

Esto quiere decir que deseamos generar un gráfico que muestre el tráfico RTP generado hacia la ip 2001:db8:1::100 con una línea de color rojo.

- NOT RTP

Para observar el resto de tráfico mostrado con la línea de color azul, en este caso inferimos que se ha aplicado QoS, por lo que llamada se ha mantenido y no ha decaído. Luego procedemos a obtener los RTP Streams, que son las estadísticas de las cuales obtendremos la información respecto a las variables dependientes de nuestra investigación.

4. Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, de los escenarios planteados, mostrado en la tabla 1:

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6
IPv4 sin QoS, en la red LAN					

Tabla 1. Escenarios de prueba

Observamos los siguientes cuadros comparativos en base a la variable dependiente con sus respectivos indicadores.

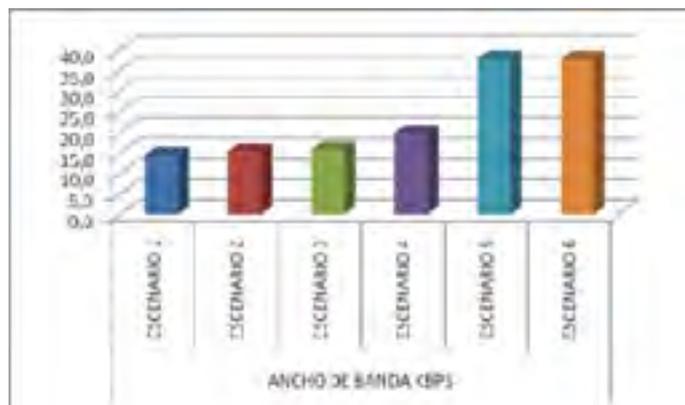


Figura 8. Comparación de Indicador Ancho de Banda

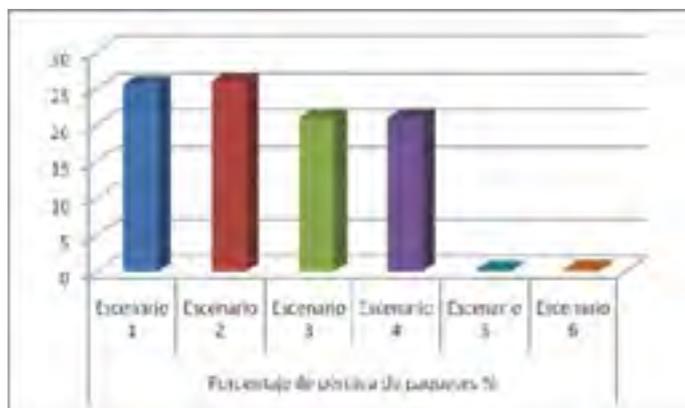


Figura 9. Comparación de Indicador % paquetes perdidos

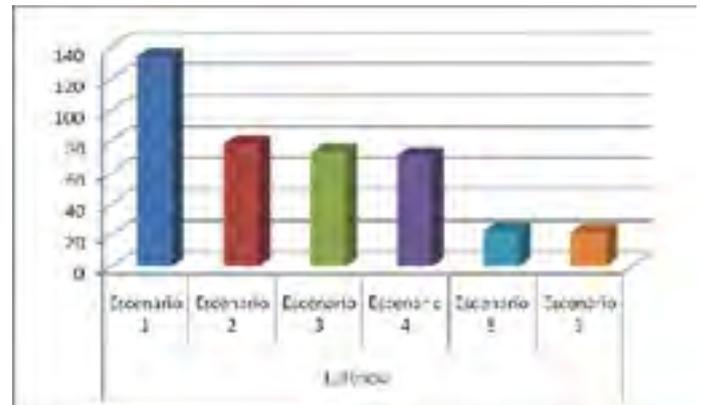


Figura 10. Comparación de Indicador Latencia

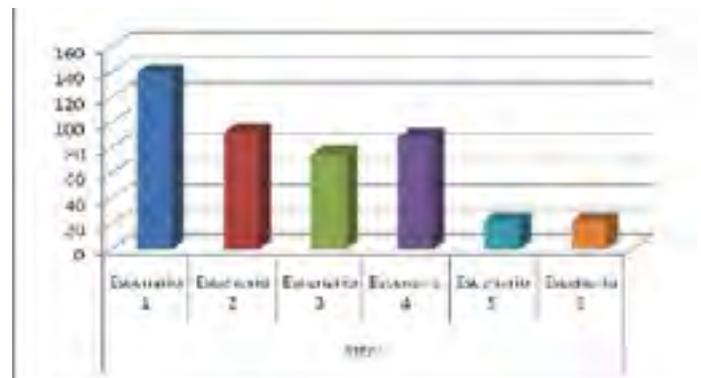


Figura 11. Comparación de Indicador Jitter

4.1. Estadístico de prueba (Chi cuadrado)

$$X^2_c = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

Para la comprobación de la Hipótesis nos basamos en el siguiente criterio:

Si $X^2_c \geq X^2_\alpha \Rightarrow$ Se rechaza H_0 y se acepta H_1

El gran total de la tabla de contingencia mostró un valor igual a 12, y de acuerdo a la tabla estadística de distribución de Chi-cuadrado, utilizando un nivel de significancia del 5%, con un grado de libertad de $gl = 5$, nos genera un valor tabulado de 11,07; de donde se obtiene:

$12 \geq 11,07 \Rightarrow$ Cumple con la condición

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis de investigación H_1 que dice: “La Aplicación de QoS sobre IPv6 mejora la transmisión de VoIP”.

La tabla 4 muestra un resumen obtenido mediante una media aritmética de los seis escenarios planteados y lo hemos dividido en tres grupos principales:

Protocolo	Ancho de banda (Max Kbps)	de 32	Paquetes perdidos (máx. 2%)	Latencia (Max ms)	Jitter (Max ms)
IPv4 Sin QoS	46%		26%	106 ms	116 ms
IPv6 sin QoS	56%		21%	75,5 ms	82 ms
IPv6 con QoS	100%		0,3%	22 ms	23 ms

Tabla 2. Resumen de Rendimiento de VoIP en diferentes escenarios

Observamos que la utilización de Ipv6, incluso sin implicaciones de Calidad de Servicio, ofrece mejores prestaciones que Ipv4.

5. Conclusiones

El presente Proyecto de Investigación se realizó bajo la consola de Asterisk, sobre el Sistema base CentOS 5.6, logrando comprobar que efectivamente se pueden manejar soluciones VoIP con soporte nativo y enteramente compatible con IPv6, permitiendo un significativo ahorro en costos de derechos de uso.

Los resultados evidenciaron las ventajas competitivas que ofrece IPv6 respecto a IPv4, a través de la comparación de cada indicador de la variable dependiente, así tenemos que el Ancho de Banda con IPv4 y sin QoS, alcanza un 46 % de su valor óptimo, el mismo indicador con IPv6 sin QoS, 56 % y con IPv6 pero aplicando QoS, alcanza valores que rondan el 100 % del valor óptimo.

Para el indicador Paquetes Perdidos, en el caso de IPv4 sin QoS, se obtiene un 26 %, IPv6 sin QoS 21 % e IPv6 con QoS, 0,3%. En los indicadores Latencia y Jitter se obtuvo un comportamiento con esta misma tendencia, es decir en ambientes de IPv4 se pudieron observar valores más lejanos al óptimo recomendado que en situaciones donde se aplicó IPv6 y más aún IPv6 con QoS.

Con los resultados obtenidos al implementar el mecanismo de la política de tráfico traffic-shaper que provee colas basadas en el algoritmo Token Bucket Shaping permite que los recursos no usados por una clase de tráfico sean tomados por otra que los necesita.

El algoritmo de shaper limita el uso del ancho de banda por clases pero realoja y distribuye el ancho de banda sobrante que permite asegurar una transmisión de VoIP estable y permanente.

El presente proyecto de investigación ha demostrado que existen soluciones robustas y completamente libres, que permiten implementar escenarios complejos en los que se puede incluir Ruteo, QoS, y VoIP, sin ningún coste por el uso de licencias.

El valor calculado del análisis estadístico Chi cuadrado, $X^2c = 12$ el mismo que es mayor al valor tabulado $X^2\alpha = 11,07$, por lo tanto se comprueba la Hipótesis planteada: "La Aplicación de QoS sobre IPv6 mejora la transmisión de VoIP".

Referencias

- [1] Jordi Palet. Ipv6 para todos. Internet Society pp 40-119.
- [2] Espinoza Juan Carlos. Validación y Estandarización de Instrumentos. Colombia. Subdirección de Evaluación y Tratamiento del INPEC. 2008. pp. 5...
- [3] Barrios Dueñas Joel. Implementación de Servidores con GNU/Linux. México. Edición de Julio 2008. pp. 110-124, 144-158, 233-236, 408-462, 482-484.
- [4] Fernández Manuel David. Implementación de Ipv6, QoS e IPSec con Linux. Madrid. 2003. pp. 16-29...
- [5] Fernández David. Introducción a Ipv6. Madrid. 2004. pp. 7-26
- [6] Emory C., William. Business Research Methods. Editorial Richard Irwin, Inc. Illinois, U.S.A., 1985. Pag. 360...
- [7] Levin, Jack. Fundamentos de Estadística en la Investigación Social. Editorial HARLA, México, 1979. Pag.