

# EVALUACIÓN DE IntServ6: UNA PROPUESTA DE CALIDAD DEL SERVICIO EN REDES IPv6

Padilla J., Rodríguez A., Acevedo C, Arango F.  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Recibido Mayo 5, 2009 - Aceptado Octubre 17, 2009  
<http://dx.doi.org/10.18566/puente.v3n2.a01>

**Resumen**-- En este artículo se presentan los resultados de una investigación que buscó evaluar una propuesta para soportar Calidad de Servicio en redes IPv6. Para la evaluación de la propuesta se desarrolló un modelo matemático, luego se realizó un modelo de simulación preliminar y finalmente se desarrolló un modelo de simulación más detallado. Los resultados mostraron que la propuesta IntServ6 presenta un mejor rendimiento que el estándar actual de Servicios Integrados, conocido como IntServ. Además, los resultados de las simulaciones mostraron que el modelo teórico es bastante aproximado a la realidad.

**Palabras Clave**-- Internet, Calidad de Servicio, Servicios Integrados, Evaluación del rendimiento, IPv6.

**Abstract**-- In this document, we describe results from a research that evaluate a new approach to support Quality of Service in IPv6 networks. This approach is named IntServ6. To develop our study, we obtain a mathematical model; then, we perform several simulations in several stages. Results show that IntServ6 behavior is better than the standard method, named IntServ. Besides, results show that obtained models are close to reality.

**Keywords**--- Internet, Quality of Service, Integrated Services, Performance evaluation, IPv6.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el soporte de Calidad de Servicio (QoS) en Internet es uno de los temas de mayor interés en la comunidad científica. La idea que se persigue es mejorar el servicio de tipo Best-Effort que ofrece la Internet actual, de manera que la Internet de Nueva generación permita soportar diferentes tipos de Servicios y permita dar garantías de estos servicios a los usuarios. Dentro de las soluciones normalizadas se encuentran la Arquitectura de Servicios Integrados [1] y la Arquitectura de Servicios Diferenciados [2]. En general, para soportar Calidad de Servicio en los Encaminadores de Internet, es necesario que estos combinen diferentes bloques funcionales que permitan garantizar a los usuarios diferentes tipos de servicios. Estos bloques funcionales realizan diferentes tareas (clasificación, planificación, Control de Admisión) en diferentes momentos de la

comunicación, ya sea durante el establecimiento de la comunicación, durante la retransmisión de paquetes, o durante la desconexión. La propuesta IntServ6 [3], [4], [5]. está basada en la Arquitectura de Servicios Integrados pero presenta su principal diferencia con respecto a la solución estándar IntServ [1] en el proceso de clasificación de paquetes. La clasificación de paquetes se encarga de analizar cada paquete entrante para determinar a qué flujo pertenece y que así se puedan asignar los recursos adecuados en la etapa siguiente que es la de planificación. Este proceso es clave en el soporte de Calidad de Servicio debido a que debe ser ejecutado lo más rápido posible (trabajar a velocidades de línea) para distribuir el tráfico que se recibe por un enlace hacia las colas de los planificadores en los enlaces de salida, sin que se formen largas colas en este proceso y que, por tanto, se puedan perder paquetes. Es así, que la propuesta IntServ6 ataca este problema y mejora el rendimiento de los Encaminadores mediante la mejora del proceso de clasificación.

Para la realización de la investigación se realizaron dos tipos de modelos para las dos tecnologías a comparar: IntServ e IntServ6. Se obtuvo entonces el modelo matemático teórico y un modelo de simulación con llegadas de paquetes exponenciales. Los resultados muestran que la propuesta IntServ6 tiene un mejor rendimiento que la tecnología estándar IntServ.

## DIFERENCIAS INTSERV / INTSERV6

La propuesta IntServ6 utiliza la misma filosofía de la arquitectura de servicios integrados, pero a diferencia de IntServ, no se hace un cálculo de una clave hash a partir de la quintupla, sino que en lugar de esto, la clave hash es enviada desde el computador origen en el campo etiqueta de flujo de la cabecera IPv6. Esto reduce considerablemente la cantidad de operaciones que debe hacer el router con todos los paquetes IP que llegan a él [3]. Como se explicó anteriormente, estos cambios hacen que se simplifique el proceso de clasificación de los paquetes, por lo cual se explicarán las diferencias que se presentan en este proceso en las dos tecnologías.

### A. Clasificación de paquetes en Routers IntServ

El proceso de clasificación en una arquitectura del tipo IntServ [3] está compuesto de 3 pasos (ver Figura 1): lectura de quintupla, cálculo del número hash y búsqueda de la reserva. La lectura de la quintupla se lleva a cabo con el fin de realizar el cálculo del número hash mediante una operación lógica intrínseca de la programación del router. En caso de que este cálculo haya sido el mismo para dos

o más flujos distintos en el establecimiento de la reserva, esta es guardada tanto en la tabla hash de reservas como en la tabla de resolución de colisiones donde se comparan las quintuplas para determinar la existencia de la reserva. El proceso de búsqueda de la reserva se hace ubicación por ubicación en la tabla hash de reservas, es decir, en caso de que la reserva del flujo se encuentre en la última posición de la tabla, se comparan todas las reservas anteriores con el número hash que identifica el flujo en cuestión.

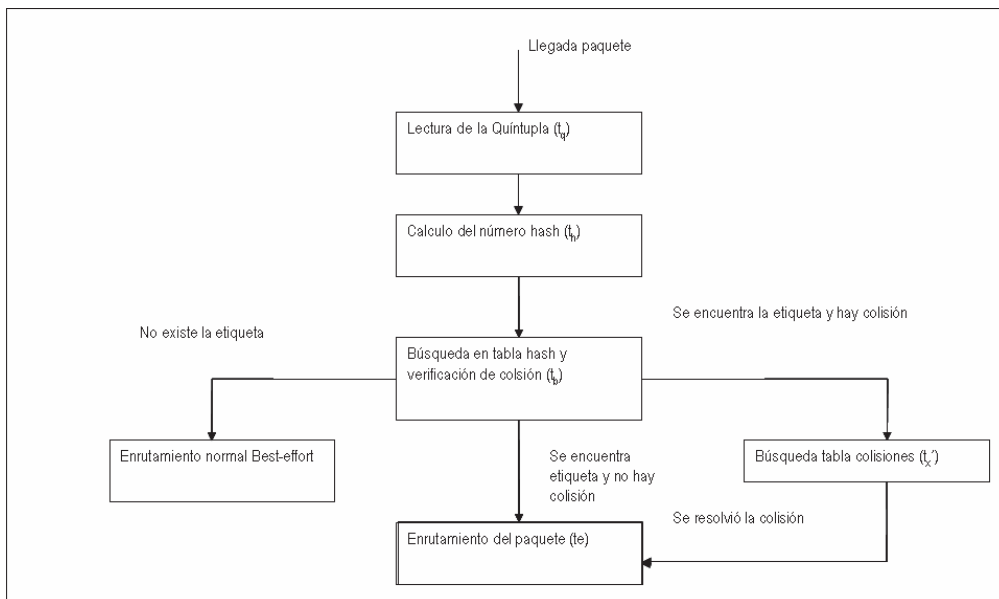


Figura 1. Proceso de clasificación de paquetes en IntServ [6]

### B. Clasificación de paquetes en Routers IntServ6

Para una arquitectura del tipo IntServ6 [3] el proceso de clasificación se reduce a 2 pasos (ver Figura 2): lectura de la cabecera y búsqueda de la reserva; la lectura de la cabecera se hace con el fin de obtener el número hash calculado en el origen. Para llevar a cabo la búsqueda de la reserva de flujo en la tabla hash es necesaria una sola iteración debido a que la posición de la reserva es apuntada por el número hash. Por tanto, el número de reservas presentes en la tabla no afecta el tiempo necesario para llevar a cabo la búsqueda de la reserva.

Al tener en cuenta este comportamiento se puede deducir que la diferencia principal entre estos dos tipos de arquitectura se da al momento de llevar a cabo el cálculo del número hash y la búsqueda de la reserva.

## II. MODELO MATEMATICO

El modelo matemático obtenido se fundamentó en algunos supuestos tales como que el tráfico que se recibía era de tipo elástico, es decir, que las aplicaciones no tienen fuertes restricciones de tiempo. Bajo este supuesto, y tomando cada comunicación establecida como un flujo se puede asumir lo siguiente [6]:

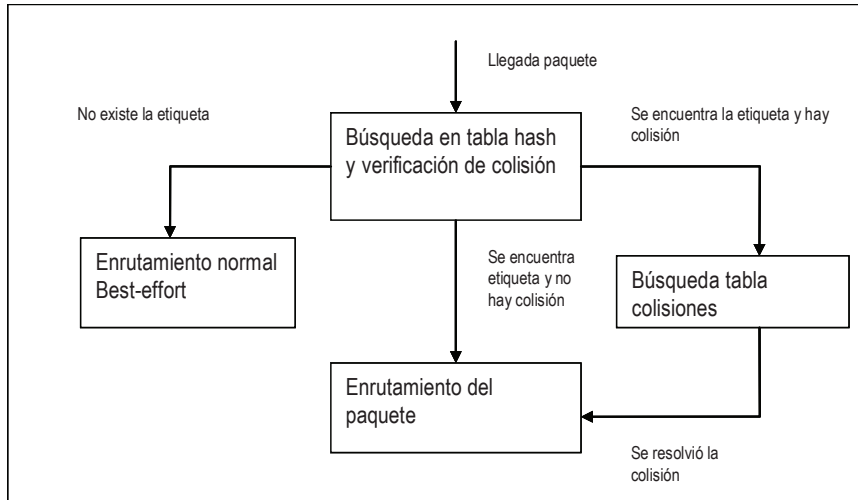


Figura 2. Proceso de clasificación de paquetes en IntServ6 [6]

“Los procesos de *Llegadas de Flujos*, por otro lado, tienden a tener un comportamiento a ráfagas y se ha demostrado que tienden a un comportamiento auto-similar en ciertos casos. Una posible explicación para este comportamiento es que el número de flujos por sesión tiene una distribución de cola pesada. Sin embargo, podría ser apropiado en algunas circunstancias suponer *Flujos* que lleguen de acuerdo a un proceso de *Poisson*. Este podría ser el caso, por ejemplo, cuando los *Flujos* corresponden a un gran número de *Sesiones* y el espaciado de los *Flujos* dentro de una sesión es grande comparado con el *Intervalo entre Flujos*. Además, los resultados derivados para *Llegadas de Flujos* de *Poisson* son aplicables bajo el supuesto relajado de *Llegadas de Sesiones* de tipo *Poisson*. La *Tasa de Llegadas de Flujos* se denota como  $\lambda$ . Situaciones como éstas suceden comúnmente en Redes de Acceso en las que los tiempos de inactividad de los usuarios y los tiempos de descarga de documentos son considerables cuando se están realizando actividades de navegación por la Web, descargas de ficheros e interacción con el correo electrónico.”

Bajo los anteriores supuestos, y con el fin de obtener un modelo matemático más simple, es posible utilizar un modelo de llegadas exponenciales de *Ráfagas* y un procesamiento por *Ráfagas* en el módulo de *Clasificación* del *Encaminador*. Esto se logra realizando un tratamiento preliminar de los paquetes entrantes al *Encaminador*, de forma que se utiliza

una memoria temporal y se almacenan las *Ráfagas* de paquetes, por lo que se permite al *Clasificador* hacer sólo un proceso de Clasificación por cada *Ráfaga*. El tiempo que toma este proceso no se toma en cuenta para la evaluación ya que es el mismo para ambas tecnologías y no produce una diferencia en el retardo de procesamiento [5], [6].

Finalmente, con estos supuestos se obtiene un modelo de colas de tipo  $M/M/1$ , donde los paquetes que llegan con una distribución de Poisson van formando una cola y son atendidos por el clasificador, de manera que su tiempo de clasificación se considera con una distribución exponencial. El tiempo medio se calcula entonces de las figuras 1 y 2 y se obtiene:

El tiempo medio ( $x_c$ ) para intServ6 es:

$$\bar{x}_c = t_i + t_e + t_{comp} m C_h^2$$

Mientras que el tiempo medio de clasificación,  $\bar{x}_{co}$ , para IntServ es:

$$\bar{x}_{co} = t_q + t_h + m t_{comp} + t_e + t'_{comp} m C_h^2$$

Los diferentes tiempos están definidos en la tabla I, donde también se muestran los valores que se tomaron para hacer las simulaciones con base en las operaciones realizadas por el procesador de red (IXP1200 de intel).

TABLA I  
PARÁMETROS DE SIMULACIÓN DEL PROCESADOR DE RED [6].

Parámetros de Simulación del procesador de red IXP 1200	
Parametro	Valor
$L_{SDRAM}$ (Tiempo de lectura de SDRAM)	160 ns
$L_{SRAM}$ (Tiempo de lectura de SRAM)	80 ns
Tamaño de la palabra del procesador	32 bits
<i>Tiempos de procesamiento</i>	
$t_i = 1L_{SRAM}$ ;(tiempo de verificación de la <i>Tabla Hash- IntServ, IntServ6</i> )	80ns
$t_c = 2L_{SRAM} + 32L_{SDRAM}$ ;(tiempo de Encaminamiento del paquete, es el mismo para <i>IntServ and IntServ6</i> )	5280ns
$t_{comp} = 10 * L_{SRAM}$ (Tiempo de comparación de la <i>Quíntupla</i> para la resolución de colisiones)	800ns
$t_q = 10 * L_{SRAM}$ (Tiempo de lectura de la <i>Quíntupla</i> para la búsqueda en la <i>Tabla Hash</i> )	800ns

### III. DESARROLLO DE LAS SIMULACIONES

Ahora, se describirá la estructura de la herramienta de simulación desarrollada (ver Figura 3). La herramienta de simulación, desarrollada y descrita en [7], se compone de cuatro bloques funcionales. El primero es el bloque generador de tráfico. Este bloque puede generar paquetes con una distribución exponencial, lo cual es útil para contrastar modelos matemáticos con expresiones simples. Este bloque funcional genera unos resultados almacenados en matrices que contienen las llegadas de paquetes y el tiempo de cada una de las llegadas. Una vez generados los paquetes, estos provienen de diferentes flujos de información pertenecientes a diferentes comunicaciones. Por tanto, para garantizar un cierto nivel de Calidad de Servicio a un paquete, debe identificarse en primera instancia a qué flujo pertenece y qué características tiene este flujo en términos de ancho de banda y retardo. Estas características son determinadas en la fase de establecimiento de las reservas y se asignan mediante el módulo de control de Acceso (CAC).

### IV. RESULTADOS

Una vez realizadas las simulaciones, se compararon los resultados con el modelo teórico. El parámetro comparado fue el tiempo medio de servicio, pues se requería demostrar que tenía una distribución

exponencial para así poder aplicar el modelo de cola M/M/1. El método utilizado para la prueba de bondad del ajuste fue el método de los momentos y se obtuvo un grado de cercanía aceptable (confianza de 95%) para los tiempos de servicio dentro de un rango comprendido entre los 70 flujos y los 1200 flujos.

De otra parte, se compararon los tiempos de retardo de los paquetes al variar el número de flujos para las dos tecnologías (IntServ e IntServ6) con los modelos teórico y simulado. En la Figura 4 se observan los resultados con el modelo teórico [8] y en la Figura 5 se observan los resultados con el modelo simulado [7]

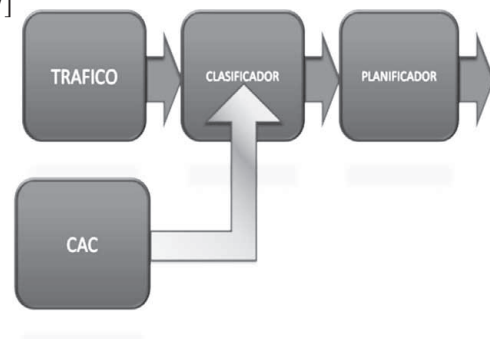


Figura 3. Estructura de la herramienta de simulación en Matlab [7].

Como puede verse, aunque hay algunas diferencias en los tiempos, el comportamiento es muy similar en el modelo teórico y simulado. Se observa que un poco después de los 200 flujos se inicia un crecimiento exponencial del tiempo de retardo para la tecnología IntServ mientras que la tecnología IntServ6 sigue con un retardo muy bajo. También puede verse en las graficas que para un valor aproximado de 1200 flujos, el tiempo de retardo de IntServ6 empieza a crecer más rápidamente.

### V. CONCLUSIONES

En este trabajo se obtuvo un modelo teórico para el retardo de los paquetes en un router de servicios integrados utilizando dos tecnologías: IntServ e IntServ6. También se desarrolló un modelo de simulación para estas tecnologías y se obtuvieron las gráficas de variación del retardo medio de los paquetes con respecto al número de flujos. El modelo teórico obtenido fue el de una cola M/M/1 bajo supuestos de tráfico de llegada elástico. Este modelo fue comprobado mediante una prueba de bondad entre los tiempos de servicio de las simulaciones y los tiempos de servicio del modelo teórico, obteniendo una buena aproximación para un número de flujos entre 70 y 1200, lo cual es razonable para una red de acceso.

Finalmente, con este trabajo se comprobó que la propuesta IntServ6 tiene un mejor rendimiento que la tecnología IntServ, lo que agiliza el procesamiento de los paquetes y mejora el soporte de Calidad de Servicio.

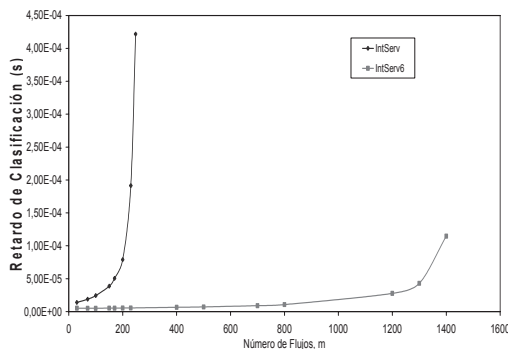


Figura 4. Retardo en el clasificador con el modelo teórico para las tecnologías IntServ e IntServ6 [8].

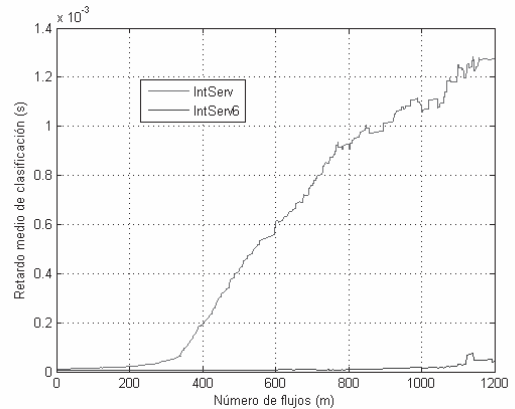


Figura 5. Retardo en el clasificador con el modelo simulado para las tecnologías IntServ e IntServ6 [7].



Jhon Jairo Padilla Aguilar- Es ingeniero Electrónico de la Universidad del Cauca (1993). Magister en Informática de la Universidad Industrial de Santander (1998). Se graduó como Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña en el Departamento de Telemática (2008). Actualmente es docente Asociado de la Universidad Pontificia Bolivariana en Bucaramanga, Colombia. Es el Director del Grupo de Investigación en Telecomunicaciones de la UPB. Sus áreas de Interés son: redes móviles, ingeniería de tráfico, Calidad de Servicio, arquitectura de Routers.



Álvaro Rodríguez- Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (2006). Actualmente se desempeña como ingeniero de campo en la empresa Geokinetics.



Fabián Arango- Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (2008). Actualmente se desempeña como Ingeniero de planta en la empresa ECI.



Carlos Acevedo- Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (2008). Actualmente es candidato a Especialista en Telecomunicaciones de la UPB Bucaramanga.

## REFERENCIAS

- [1] R. Braden, *Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview*: IETF RFC 1633, 1994.
- [2] S. Blake, D. Black, y M. Carlson, *An Architecture for Differentiated Services*: IETF RFC 2475, 1998.
- [3] J. Padilla, M. Huerta, J. Paradells, y X. Hesselbach, "IntServ6: An Approach to Support QoS over IPv6 Networks," 10th IEEE Symposium on Computers and Communications Proceedings., 2005.
- [4] J. Padilla, J. Paradells, y A. Rodríguez, "Supporting QoS over IPv6 wireless networks with IntServ6," The 17th Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'06), 2006.
- [5] J. Padilla y J. Paradells, "IntServ6: An approach to support QoS over IPv6 wired and wireless networks", *European Transactions on Telecommunications*, 2008.
- [6] J. Padilla. "Contribución al soporte de Calidad de Servicio en Redes Móviles". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2008.
- [7] F. Arango, C. Acevedo. "Verificación del modelo matemático de un router de Servicios Integrados". Universidad Pontificia Bolivariana. Proyecto de grado. Marzo de 2008.
- [8] A. Rodríguez. "Simulación de la propuesta de Calidad de Servicio IntServ6". Universidad Pontificia Bolivariana. Proyecto de grado. 2007.