



Conference Paper

Herramienta para el análisis de la calidad de servicio de una red simple

Marely del Rosario Cruz Felipe, Maricela Pinargote Ortega,
and Gabriel Demera Ureta

Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador

Abstract

The growth of networks and the incorporation of new services to, techniques necessary to implement quality of service (Quality of Service, QoS) to meet the ever growing needs of computer users. In turn this brings the need to implement mechanisms for QoS assessment within them one of the more effective the simulation, in order to predict the behavior of networks and rigged this take all necessary measures for proper operation. That is why this research aims to develop a simulation tool for a simple network, which will calculate the QoS parameters. This tool is supported by a simple network model developed for the simulation and also presents simulation results and comparison with results obtained from an analytical model of a simple network which to corroborate the effectiveness of the developed tool.

Corresponding Author:

Marely del Rosario Cruz Felipe
marely.cruz@fci.edu.ec

Received: 15 November 2017

Accepted: 5 January 2018

Published: 4 February 2018

Publishing services provided
by Knowledge E

© Marely del Rosario Cruz
Felipe et al. This article is
distributed under the terms of
the [Creative Commons
Attribution License](#), which
permits unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and source
are credited.

Selection and Peer-review
under the responsibility of the
ESTEC Conference Committee.

Keywords: Quality of Service, network, tool, model.

Resumen

El crecimiento de las redes y la incorporación de nuevos servicios a las mismas, hace necesario implementar técnicas de calidad de servicio (Quality of Service, QoS) para satisfacer las necesidades siempre crecientes de los usuarios informáticos. A su vez esto trae aparejado la necesidad de implementar mecanismos de evaluación de la QoS dentro de ellos uno de los más efectivos la simulación, para así poder predecir el comportamiento de las redes y aparejado a esto tomar todas las medidas necesarias para su correcto funcionamiento. Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo elaborar una herramienta para la simulación de una red simple, la cual permitirá calcular los parámetros de QoS. Esta herramienta se encuentra sustentada en un modelo de una red simple, desarrollado para la simulación y muestra resultados de la misma, arrojando la comparación con resultados obtenidos a partir de un modelo analítico de una red simple lo cual permite corroborar la efectividad de la herramienta desarrollada.

 OPEN ACCESS

Palabras claves: Calidad de servicio, red, herramienta, modelo.

1. Introducción

Con el crecimiento de las redes y aparejado a ello el incremento de todo tipo de servicios en las mismas, cada uno con diferentes exigencias en cuanto a sus parámetros como latencia, disponibilidad, pérdida de paquetes entre otros y estas no estar preparadas para enfrentar los nuevos retos hace evidente la necesidad de incorporar QoS a las redes.

La calidad de servicio, se define según la Unión Internacional de Telecomunicaciones en UIT-T [E 800] como: El efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio (UIT-T E800, 2008).

Dentro de las diversas formas de evaluación de la QoS se encuentran una serie de herramientas entre ellas: los programas de gestión de red, los simuladores y modelos. Contando con una herramienta que pueda valorar los parámetros de QoS, se puede predecir el desempeño de una red y probar el impacto de los nuevos servicios sobre una red ya existente. Esto último dado a que, pocas veces, es posible probar soluciones propias sobre redes implementadas, debido a las perturbaciones que se ocasionarían. Dentro de las herramientas que simulan los procesos de las redes para su evaluación, se aprecia que, en general, que no siempre están enfocados a la evaluación de la QoS en particular.

Entre los simuladores más empleados que evalúan algunos de los parámetros de calidad de servicio se encuentran el CNET, NS3, OPNET, NCTUns, OMNET ++ y COMNET (Christhu Raj, 2013) (Hsin-Hung, 2016) (Smith, 2013) (Valdivieso, 2017) entre otros. Los mismos presentan algunas limitaciones debido a que solo evalúan algunos parámetros de QoS. La gran mayoría emplea, como método de modelación, los de la máquina de estado finito y redes de Petri (Benitez-Pina, 2017) (Baquero, 2015). Estos, al representar la red de forma gráfica, dificultan el entendimiento del modelo cuando las redes se hacen complejas así como su transformación. Al realizarse la modelación en una sola máquina, el comportamiento de los temporizadores y los contadores empleados se aleja de la realidad, por asumir valores teóricos fijos y no poderlos obtener de procesos reales.

Además entre las desventajas de estos simuladores se encuentran costo elevado del simulador, necesidad de escribir el código del diseño a la hora de simular y la necesidad

de utilizar un simulador elaborado con otros propósitos, para resolver sólo una parte del problema objeto.

Teniendo en cuenta la necesidad de la evaluación de la QoS y las dificultades existentes para evaluar la misma, en esta investigación se pretende elaborar una herramienta para la simulación de una red simple, la cual permitirá calcular los parámetros de QoS como la latencia, la pérdida de paquetes, la disponibilidad y el caudal a partir de otros parámetros de las redes. Además esta herramienta se encuentra sustentada en un modelo de una red simple desarrollado para la simulación. Se muestran los resultados tanto de la simulación obtenidos a partir de un modelo analítico de una red simple y se realiza una comparación con lo cual permite corroborar la efectividad de la herramienta desarrollada.

2. Fundamento teórico de la herramienta de simulación. Modelo analítico

Para desarrollar la herramienta de simulación se parte del análisis de un modelo analítico de red simple de peor caso, expuesto en (Cruz, 2013), que facilitó valorar el comportamiento de las colisiones en una red simplificada a este modelo, posteriormente se le agrega como uno de los aportes de esta investigación un análisis de los parámetros de QoS.

Como se expresó en la introducción los modelos que evalúan el funcionamiento de las redes, hasta ahora vistos (Gómez, 1995) (Rahman, 2009) (Villanueva, 2006) (Tech, 2013) (NS-2/3, 2013) (Chen, 2000), no abarcan una serie de parámetros de QoS, requeridos para los servicios que en este trabajo se tienen en cuenta. Por tanto, los parámetros que se tomaron para evaluar la QoS de la red objeto, caracterizando su desempeño para múltiples servicios son: La latencia (Lat), la pérdida de paquetes (Pp), el caudal (C) y la disponibilidad (D).

A partir del modelo analítico de una red simple desarrollado en (Cruz, 2013) para una red simple donde intervienen tres estaciones (A, B y C), se pueden determinar las expresiones de los parámetros de QoS, de la siguiente forma:

El flujo total de paquetes hacia A viene dado por:

$$\lambda = \lambda_B + \lambda_C \quad (1)$$

Donde $\lambda = \lambda_A$

Si se define el caudal como la cantidad de byte por la unidad de tiempo, entonces el caudal que recibe A está relacionado con el flujo medio de paquetes (λ) por medio de:

$$C = \lambda \bar{N}_B \quad (2)$$

Donde:

C - Caudal

\bar{N}_B - Número medio de byte por paquetes.

Por otra parte, si se considera que el ΔC es el tiempo que media entre la transmisión de un paquete y la recepción por el transmisor de la confirmación de recibo, entonces:

$$\Delta C = \Delta t_{latp} + \Delta t_{latc} \quad (3)$$

Donde:

Δt_{latp} - Demora del paquete

Δt_{latc} - Demora de la confirmación

La expresión 3 más desglosada quedaría de la forma siguiente:

$$\Delta C = T_{txp} + T_{propp} + T_{rxp} + T_{procp} + T_{txc} + T_{propc} + T_{rxc} + T_{procc} \quad (4)$$

La expresión 4 constituye a su vez la latencia para este modelo.

Conforme al modelo del sistema de 3 máquinas comunicadas sin control de acceso al medio, puede definirse la cantidad de transmisiones teóricas como:

$$N_t = N_c = \frac{1}{\Delta C} \quad (5)$$

Lo cual manifiesta la cantidad de transmisiones continuas por unidad de tiempo que puede realizarse entre dos máquinas, una que siempre transmite y otra que siempre recibe.

Teniendo en cuenta que la probabilidad de colisiones en el sistema expresada en (Cruz, 2013), el porcentaje de pérdidas de paquetes viene dado por:

$$PP = \frac{\bar{N}_c}{\bar{N}_p} = P_c(t) \quad (6)$$

La disponibilidad del sistema está dado por la probabilidad de que las pérdidas de paquetes sobrepase un valor umbral (C_1) o no, o sea la red estará:

$$\text{Disponible si } P_c \leq C_1 \quad (7)$$

$$\text{Indisponible si } P_c > C_1$$

Como se puede observar, las expresiones 2, 4, 6 y 7 constituyen las expresiones para el cálculo de los parámetros de QoS.

3. Resultados

El modelo de simulación para una red simple, fue concebido a partir del método basado en reglas y de las particularidades de una red física con estas características. En el modelo de esta red simple, se emplean como mínimo dos nodos: uno transmisor y otro receptor (cuando intervienen tres o cuatro nodos se mantiene un receptor y los restantes nodos son transmisores), por lo que todos los eventos que se realizan en el modelo se incluirán, indistintamente, en dos módulos que contendrá el transmisor y otro el receptor.

El modelo se implementó en una red real; en el que sólo se definió el archivo que se va a transmitir. Cada estación se encarga de realizar todos los demás procesos, desde la capa física a la capa de red, necesarios para la comunicación. En el caso de la red simple de peor caso, se transmiten paquetes cada vez que se generen sin realizar la adquisición del canal.

En este modelo se posibilita la realización de todos los procesos propios de la comunicación como son: preparar la trama, enviarla, recibirla, verificarla, entre otros, permitiendo realizar el cálculo real del tiempo empleado en los temporizadores y además permitiendo la obtención de un conjunto de valores numéricos que se utilizan en los cálculos de los parámetros de QoS elegidos.

Según el método basado en reglas y de los procesos lógicos seguidos en un proceso de comunicación en una red simple; el modelo, para el diseño e implementación, siguió los siguientes pasos:

a- Determinación de los eventos o acciones del sistema. Los eventos de importancia que se definieron son: generación de arribo, procesar arribo, transmitir dato, procesar recepción, procesar colisión por ACK. Los cuales describen los procesos más generales que acontecen en la red, durante la comunicación.

b- Obtención de los objetos o entidades del sistema.

A partir de la definición de los eventos, los subsistemas (objetos) que están involucrados son los siguientes: máquina y mensaje

c- Determinación de las propiedades de los objetos o entidades:

- Máquina: Estado 1 - Rx o Tx

Estado 2 - Ocupada o Desocupada

Lista de mensaje

- Mensaje: Estado 1 - Sin procesar o Dato

Estado 2 - Paquete de dato, ACK o NCK

d- Determinación de las reglas o leyes que rigen la dinámica del sistema.

Las reglas fueron definidas para cada uno de los eventos siguientes:

Evento Procesar arribo

Regla 1: Si Estado₁ de la máquina es Rx, el Estado₂ de la máquina es Desocupada y la lista de mensajes de la cola tiene un mensaje, se invoca al Evento Procesar arribo.

Evento Transmitir dato

Regla 1: Si Estado₁ de la máquina es Rx y Estado₂ de la máquina es Ocupada y hay un mensaje en la cola, se transmite el dato y se toma el tiempo de inicio de la transmisión.

Evento Procesar recepción

Regla 1: Si Estado₁ de la máquina es Rx y Estado₂ de la máquina es Ocupada y el estado del mensaje de la cola de recepción está sin procesar, se llama a procesar recepción.

Evento Procesar colisión por ACK

Regla 1: Si Estado₁ de la máquina es Rx, el Estado₂ de la máquina es Desocupada, el mensaje de la cola de recepción es distinto de dato y si el tiempo de inicio de transmisión más el tiempo máximo de transmisión es igual al tiempo de espera del ACK; entonces se invoca al evento procesar colisión por ACK.

A partir de este modelo de la red simple, se desarrolló la herramienta de simulación. Los resultados se analizarán en los experimentos que se describen a continuación.

La herramienta de evaluación de la red simple está compuesta por dos módulos uno transmisor y uno receptor, los cuales se describe a continuación en las figuras 1 y 2 respectivamente.

Para un mejor entendimiento de la simulación se describen los elementos mostrados en las diferentes pantallas de la simulación: cantidad de colisiones (C_c), cantidad de paquetes transmitidos por estación (C_{paqTx}), cantidad de paquetes llegados al receptor (C_{paqRx}), cantidad de ACK recibidos por cada estación transmisora (C_{ackRx}), tiempo de transmisión del paquete de datos (T_{txpaq}) y tiempo de procesamiento del paquete ($T_{procpaq}$).

4. Discusión

Con el objetivo de demostrar la validez de los resultados arrojados por la herramienta se realiza una comparación entre los resultados de esta y las expresiones para el cálculo de la QoS del modelo analítico.

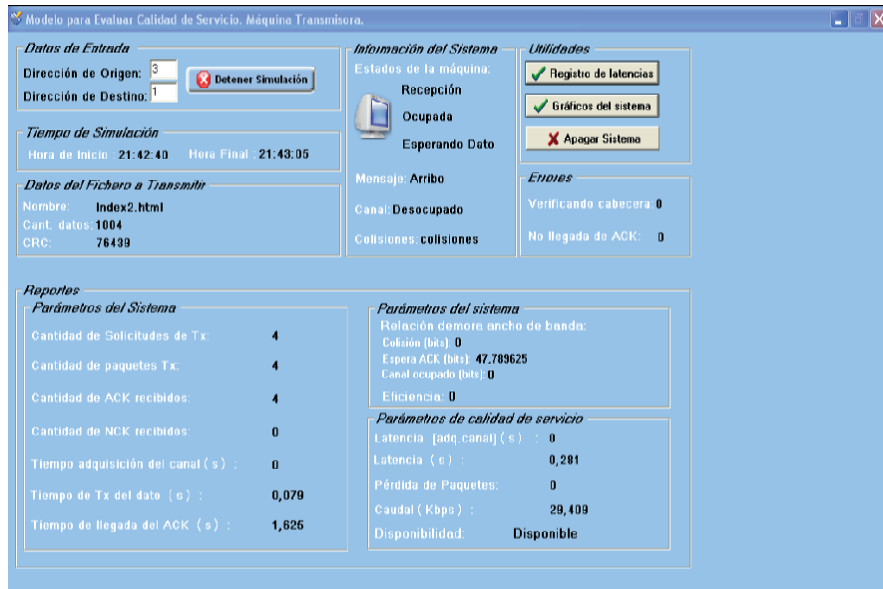


Figura 1: Pantalla 1 del transmisor par la red simple

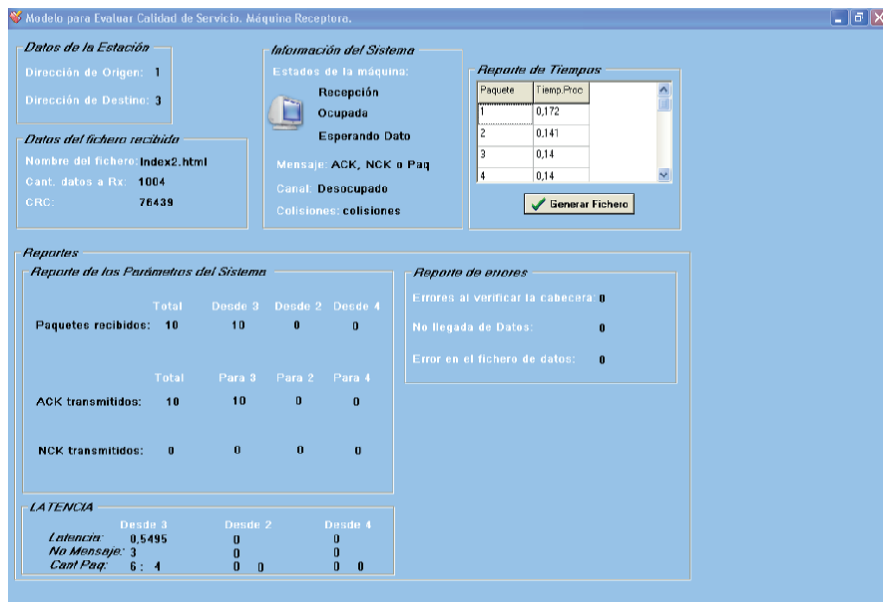


Figura 2: Pantalla del receptor para la red simple

Para dar cumplimiento al objetivo de este experimento se organizó de la siguiente forma: primeramente se montaron tres variantes una con dos estaciones de trabajo conectadas por un hub serie, otra con tres estaciones y una tercera con cuatro, posteriormente se vario el tamaño de las tramas a enviar en cada variante, dando lugar a tres nuevas variantes para cada situación anterior, una para tramas cortas, otra para tramas medias y una tercera para tramas largas. Dando como resultado 9 variantes de experimentos con más de 100 repeticiones cada uno, arrojando los resultados que se mostraran a continuación.

TABLA 1: Resultados de la latencia según el modelo matemático y la herramienta de simulación

	Trama corta (232 B)	Trama media (1004 B)	Trama larga (1574 B)
Latencia según el modelo analítico (s)	0,178	0,288	0,368
Latencia promedio según la herramienta de simulación (s)	0,173	0,295	0,378
Error absoluto (s)	0,005	0,007	0,010
PsigError (%)	2,8	2,4	2,7

TABLA 2: Resultados del caudal según el modelo analítico y herramienta de simulación

	Trama Corta (232 B)	Trama Media (1004 B)	Trama Larga (1574 B)
Caudal según el modelo analítico (Kbps)	11,730	28,694	33,978
Caudal según la herramienta de simulación (Kbps)	12,175	27,949	33,951
Error (Kbps)	0,445	0,645	0,027
Psigerror (%)	0,79	1,1	0,04

TABLA 3: Resultados de la pérdida de paquetes según el modelo matemático y la herramienta de simulación

	Trama corta (232 B)	Trama media (1004 B)	Trama larga (1574 B)
Pérdida de paquetes máxima según el modelo analítico (%)	63,22	63,22	63,22
Pérdida de paquetes según la herramienta de simulación (%)	4,152	9,155	11,36

Al analizar los datos mostrados en la tabla 1, se puede apreciar que en el comportamiento del error absoluto (Eabs) se comporta independiente de la longitud del paquete o trama. Llegándose a resultados similares con un margen de error menor del 3%.

En los resultados de la tabla 2 se puede observar que el Psigerror más pequeño corresponde a la trama larga y el más alto a la trama media, lo que presuntamente indica una cierta independencia entre el comportamiento del error y el incremento de la longitud de la trama.

Según se aprecia en la tabla 3, los valores de pérdida de paquetes mostrados por la herramienta de simulación, nunca sobrepasan el valor máximo teórico calculado por el modelo analítico; lo que demuestra que los resultados de la herramienta de simulación se ajustan a los valores límites establecidos.

5. Conclusiones

A partir de un modelo analítico de red simple se agrega un conjunto de expresiones que relacionan el mismo con los parámetros de QoS, obteniendo un modelo analítico de evaluación de la QoS para una red simple, que permite ser utilizado para validar el modelo de simulación empleado en la herramienta desarrollada.

El método desarrollado en la confección del modelo de simulación obtenido, por las posibilidades de adaptación a otras estructuras de red y protocolos, demostró que el mismo sirve como método general de modelación de redes.

La materialización del modelo de simulación en una herramienta para una red simple haciéndose uso de los eventos, objetos y reglas del método basado en reglas, es posible.

Los resultados obtenidos por el modelo analítico y la herramienta de simulación de una red multiservicio que emplea una red simple, arrojaron un margen de error por debajo del 3%, demostrando resultados correctos de la herramienta de simulación.

Referencias

- [1] Baquero Hernández L. R., et al. 2015. Método para el Modelado y Prueba de Diagramas de Actividades Mediante Redes de Petri. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 3(??), pp. 206-212
- [2] Benitez-Pina, I. F. et al. Design of automatic control system based on unified timed hybrid Petri net. *DYNA*. 2017, 84(200), pp. 80-89.
- [3] Beuran R. (2012). Introduction to Network Emulation. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=LWvvBQAAQBAJ>.
- [4] Chen Mok, Susan. Simulación de redes de computadoras, Inter Sedes, Vol 1 (1-2000) 21-31.
- [5] Christhu Raj, M.R et al. A Comprehensive Overview on Different Network Simulators. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, 2013.
- [6] Cruz, Marely del Rosario. Modelo analítico del protocolo 802.3 para la evaluación de la QoS. En: *Informática 2013. Memorias del VI simposio Internacional de Telecomunicaciones en la XV Convención y Feria Internacional*. La Habana, 2013, Vol 5, No 1, pp. 325-332.
- [7] Gómez González, Isabel M. Análisis y diseño de protocolos de acceso al medio para el control de redes eléctricas. Tesis doctoral, Universidad Sevilla, 1995.

- [8] Hsin-Hung H. et al. Study on using design patterns to implement a simulation system for WiMAX network. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. 2016.
- [9] NS-2/3 network simulator - version 2.35. Recuperado 26 de enero 2017, de: http://nslam.isi.edu/nslam/index.php/User_Information.
- [10] Smith, Edward. The Goals and Benefits of Network Modelling in a Commercial Environment. Journal of telecommunications and information Technology. 2013. [Consultado el: 15 enero 2017]. Disponible en: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BATA-0019-0014/c/Smith.pdf>.
- [11] Tech, O. OPNET, Recuperado: 25 de mayo, 2017 en: <http://www.opnet.com>.
- [12] UIT-T. UIT-T E.800: Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio. 2008.
- [13] Valdivieso Pinzón, C. A. Simulación en NS3 del problema denominado cuello de botella compartido (Shared Bottleneck) que se presenta en el protocolo MP-TCP. RITI Journal, Vol. 5, 9 (2017).
- [14] Villanueva Molina, F J., Simulador ns2. Principios básicos, 2006. Recuperado de: <http://crysol.inf-cr.uclm.es/es/node/224>.
- [15] Vega de la Cruz, L. O., Lao León, Y. O., & Pérez Pravia, M. (2016). Redes de Petri en la determinación de puntos críticos para el control interno. Universidad y Sociedad [seriada en línea], 8 (4). pp. 219-226. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

Autorización y exoneración de responsabilidad

Los autores autorizan a ESTEC a publicar los documentos en los procedimientos de la conferencia. Ni ESTEC ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo que se expresa en el documento.