

## **Evaluación del Rendimiento y Tiempo de Transferencia de la Información en Redes de Datos Mediante Modelos Analíticos y Técnicas de Simulación.**

Oscar Roque Segre<sup>1</sup>   Rubén Jorge Fusario<sup>2</sup>   Cristóbal Santa María<sup>3</sup>  
 Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales  
 Universidad de Morón  
 TE: 5627-2000- Int. 273 Fax 5627-4598

### **Resumen**

Este primer trabajo ha consistido en la evaluación de posibles modelos analíticos y de técnicas de simulación a los efectos de ser aplicados a las Redes de Datos con el objetivo de evaluar su comportamiento y su rendimiento.

En este trabajo han sido simulados, utilizando distintas leyes estadísticas, los siguientes procesos: generación de tráfico, tamaño de la trama, tiempo de demora, número de WS conectadas a la red y su carga variable y la generación de congestión, entre otros procesos los que pueden ser observados y analizados en el desarrollo del trabajo.

Simulado el funcionamiento de una Red de Datos se puede también simular sobre esta un protocolo de comunicaciones seleccionando, en este trabajo, el IEEE 802.3 el que fue elegido por contener aspectos como el acceso aleatorio y contencioso al MFE.

Para ello se ha parametrizado el modelo a los efectos de posibilitar su implementación como así también realizar evaluaciones sobre la variación (sensibilidad) de las variables relacionadas específicamente con el tráfico de la red.

El trabajo plantea la metodología de la simulación genérica de las Redes de Datos y coteja los resultados teóricos con los resultados obtenidos sobre redes reales en funcionamiento –mediciones efectuadas con el instrumental adecuado- a los efectos de comprobar la validez de la metodología adoptada para la simulación tanto de la Red como la del protocolo de comunicaciones que fue seleccionado.

### **1.- HIPÓTESIS DEL MODELO**

El método a utilizar en este análisis, es el denominado algoritmo exponencial binario el que, pese a su complejidad, aporta las mejores soluciones para la simulación del funcionamiento de una red.

Otros procedimientos de análisis ( como el desarrollado por Metcalf y Boggs [27] en 1986 ) suponen que se tiene una probabilidad constante para la transmisión de una trama en una ranura habilitada a ese propósito. En esta hipótesis adoptada, se supone que las estaciones de trabajo (WS) conectadas a la red se encuentran: transmitiendo, en estado de contienda o en reposo.

La probabilidad P para que otra estación intente adquirir el MFE durante ese mismo tiempo está dado

$$P = kp(1 - p)^{k-1}$$

Siguiendo el mismo proceso deductivo, podríamos afirmar que, la inversa del tiempo total que insume transmitir una trama Tt, es el número de tramas que se transmitirán en la unidad de tiempo al podemos designar como:

$$Vt \text{ (tramas/ seg.)} = 1/Tt = 1/( Tm + Tp + R2 \tau )$$

$$Vt \text{ ( tramas/seg )} = 1/( k Tt ) = \lambda$$

Esta forma de tratamiento es incompleta, ya que resulta evidente que Tt =f(k).

### **2.-EL PLANTEO TEÓRICO DEL MODELO**

El parámetro  $\lambda$  representa la esperanza matemática de una distribución de Poisson cuya variable aleatoria modela el número de tramas emitidas en la unidad de tiempo.

Esta distribución responde a siguiente ecuación:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad \text{donde } x \text{ es entero.}$$

<sup>1</sup> osegre@unimoron.edu.ar

<sup>2</sup> jrfusario@ara.mil.ar

<sup>3</sup> smaria@sion.com.ar

La elección de una variable poissoniana para modelar este fenómeno se apoya primero en la evidencia experimental (ajuste de por medio) y por otra parte en la bibliografía disponible de carácter técnico (Ref. Schwartz [10], Tanenbaum [3] y otros).

### **3.- LOS PARÁMETROS UTILIZADOS**

Además de  $\lambda$ , promedio de tramas emitidas en la unidad de tiempo y  $k$  número de estaciones conectadas a la red, utiliza dos parámetros adicionales. Estos son:

Tr: tiempo de ranura y N: número de tramas totales transmitidas en un intervalo T.

### **4.- PLANTEO TEÓRICO DE LA SIMULACIÓN**

La variable de decisión de este modelo de simulación es el rendimiento entendiendo por tal a la proporción existente entre la suma del total de los tiempos de transmisión calculados cada uno en función de la longitud de la trama y la suma de los tiempos reales de transmisión por efecto de las colisiones y sus posteriores resoluciones según lo explicado en el punto anterior. Entonces:.

- Rendimiento =  $T_o/T_t$

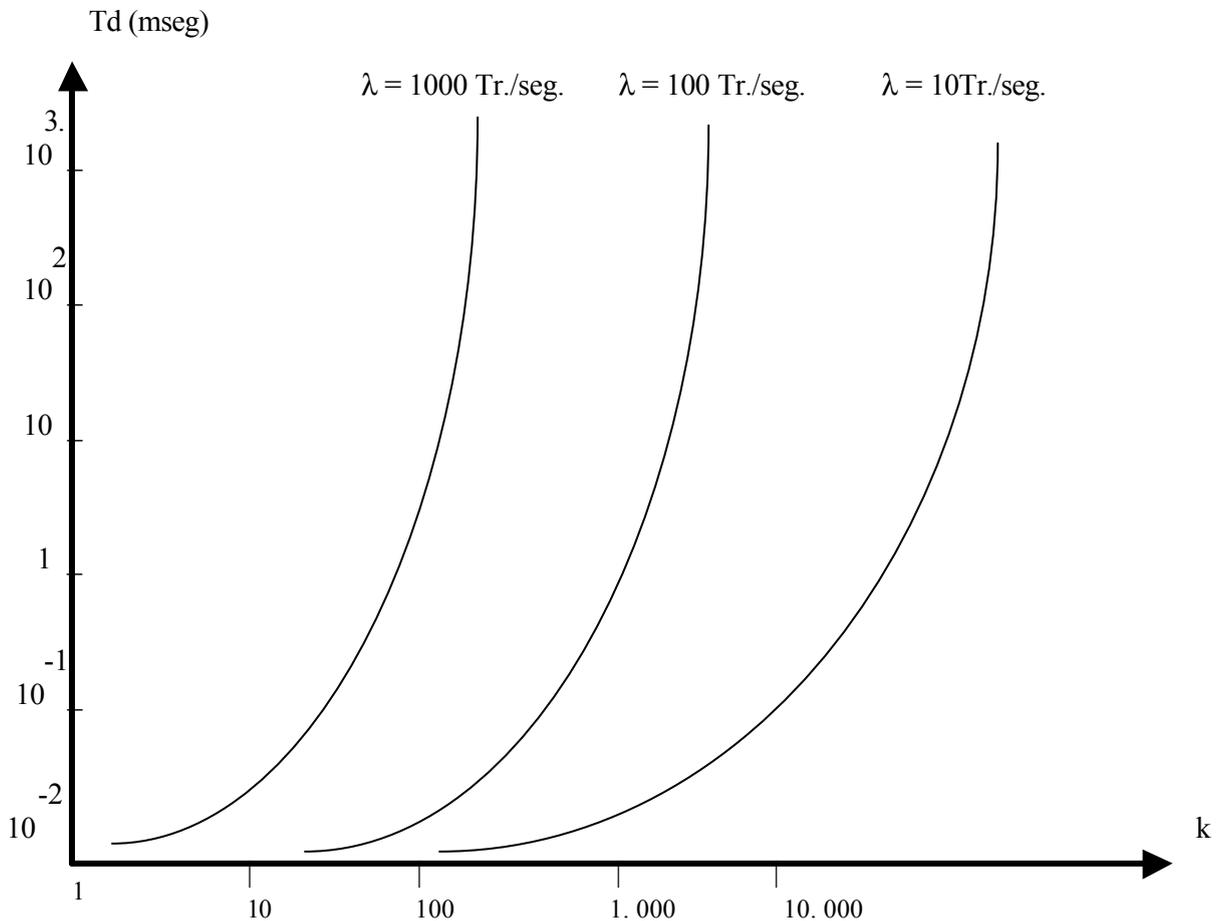
La técnica de simulación elegida para el cálculo del rendimiento es la de Montecarlo Aproximada.

## **CONCLUSIONES**

Analizados y comparados los valores obtenidos a partir de la simulación de la red con topología bus y la simulación del protocolo de comunicaciones IEEE 802.3 CSMA/CD, con los obtenidos de una red real - la que se está operativa y funcionando - mediante el instrumental adecuado descrito en el informe final, se obtienen las siguientes conclusiones:

1. La simulación de la red y del protocolo de comunicaciones fue programada en C++, como se puede ver en el programa que se adjunta dentro del informe. No se originaron inconvenientes como no sea el propio de la elaboración del programa de simulación. La bibliografía que se tomó como base para el desarrollo del proyecto, si bien es cierto que relata que las redes de datos son posibles de ser simuladas, no se han encontrado en ella antecedentes sobre los procedimientos utilizados sobre todo en cuales han sido las leyes estadísticas utilizadas para la simulación del tráfico, cantidad de tramas emitidas por segundo, tamaño de las tramas, etc. Esto hizo necesario que dichos valores fueran obtenidos previamente por experimentación y ajuste a partir de los datos medidos sobre la red real observada y de la cual se obtuvieron los valores que se adjuntan.
2. El programa calcula el parámetro  $\lambda$  (tramas/seg.) que se pueden transmitir, a partir de una configuración de la red dada por la cantidad  $k$  de WS conectadas y que emiten tráfico. A los efectos de que el tiempo de procesamiento no sea demasiado grande se tomó el número  $k$  de WS reducido. Dicho parámetro  $\lambda$  es la esperanza matemática de la variable aleatoria - cantidad de tramas emitidas por segundo - que se supone en este caso distribuida según ley de Poisson.
3. La determinación de este parámetro  $\lambda$  es la que mayor dificultades ofreció y abre una posibilidad de continuación en otro proyecto de investigación o tesis de maestría, para que pueda ser ajustado con mayor precisión ya que la cantidad de tramas por segundo que una red de datos - trabajando con cualquier protocolo - pueda emitir es un valor estadístico que depende de los elementos constitutivos de la red siendo los más importantes: cantidad de WS conectadas, WS que pretenden ocupar el MFE que es variable en el tiempo, tamaño de la trama, tiempo de ranura, tiempo de colisión, etc.
4. Con la precisión con la que se determine la ley de probabilidad y su valor medio  $\lambda$ , será el grado de aproximación con que la red simulada se ajuste a una red real. Este es el objetivo primario de la investigación ya que sobre la simulación de la red se puede simular cualquier protocolo estandarizado o que pueda ser desarrollado a partir de condiciones previamente establecidas de congestión, enrutamiento, direccionamiento, tamaño de trama, etc.
5. En la simulación se ha preferido calcular el parámetro  $\lambda$  a través del mismo programa lo cual supone fijar que en la red existe un determinado tráfico ó número de tramas emitidas por las WS por segundo, y no precisar cuales han sido las WS que emiten esas tramas o generan ese tráfico. Los valores obtenidos a partir de la simulación justifican este procedimiento aunque, como fue establecido en el punto 4 de estas conclusiones, habría que ajustar con mayor precisión este valor de  $\lambda$  considerando todos los parámetros de los cuales depende.

6. El uso en el protocolo IEEE 802.3 del algoritmo exponencial binario está justificado pues se pudo probar que se ajusta al número probable de las colisiones que se producen en la transmisión de la información, cuanto mayor es el tráfico generado por las WS y cuanto mayor es el número de estas WS conectadas a la red.[ ver gráfico de  $T_d = f(k, \lambda)$  siguiente]



Tamaño de la trama : Variable dentro de límites del protocolo

$k \Rightarrow$  Número de WS conectadas a la red

$T_d \Rightarrow$  Tiempo de demora en milisegundos

$\lambda \Rightarrow$  Tráfico en la red en tramas/ segundo

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1].-J.F. Kurose and H.T.Mouftah "Computer Aided Modeling, Analysis and Design of Communications Networks". IEEE Journal en selected Areas in Communications , Vol.6, N°1, January 1988, pp 130-145.
- [2].-R Jain "The Art of computer System Performance Analysis: Techniques Experimental Design, Measurements, Simulation and Modeling". Wiley, NY,1991.
- [3].-A Tenenbaum "Computers Networks" 3ra. Edición, Prentice Hall, NJ, 1996.
- [4].-A Keshenbaum "Telecommunications Networks Design Algorithms" G Hill NY 1993.
- [5].-J Tindle, Brewis and Ryan "Advanced Simulation and Optimisation of the Telecommunications Networks" BT Technology Journal, Vol. 14, N°2 , April1996.
- [6].- T N Saadawi, Ammar and Hakeen "Fundamentals of Telecommunications Networks" Wiley ,NY, 1997.
- [7].-T G Robertazzi "Computing Networks and Systems: Queueing Theory and Performance Evaluation" Springer, Vielag, NY, 1994.

- [8].-Bikel and Doksum "Mathematical Statistics" Holden Day, SF, 1997.-
- [9].-Biedway and Salameh "From LAN's to GAN'S" Telecommunications, Vol. 26, N° 7 July 1992, pp 23-27.
- [10].-M Schwartz "Redes de Telecomunicaciones: Protocolos, modelos y análisis" Addison, MX, 1987.
- [11].-Papoulis "Probability, Random Variables and Stochastic Process" Mc Graw Hill,
- [12].-Azarang y García "Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos" Mc Grow Hill,
- [13].-Gordon "Simulación de Sistemas" Diana
- [14].-F Halsall "Comunicación de Datos, Redes de Computadoras y Sistemas Abiertos" 4ª Edición, Addison, Iberoamericana, 1998.
- [15].-U Black "Data Link Protocols" Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1993.
- [16].-A Huurdeman "Guide to Telecommunications Systems" Artech House, Norw. 1997.
- [17].-J Martin, J Leben and K Chapman "Local Area Networks: Architectures and Implementations" 2ª Edición, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.
- [18].-J Hsu "Computers Networks: Architectures, Protocols and Communications Software" Artech House, Norwood, 1997.
- [19].-I Garcés, D Franco and E Luque "Analytical Modelling of the Network Traffic Performance" Proceedings of 7º International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems 99(MASCOTS' 99) IEEE Computer Society, pp 190-196.
- [20].-J Meggers and M Wallbaum "Application Level Error Recovery Using Active Networks Nodes" Proceedings of 5º IEEE Symposium on Computers Communications 2000 (ISCC 2000) pp 540-545.
- [21].-D Bertsekas and R Gallager "Data Networks" Prentice Hall, Engl. Cliffs, NY, 1992.
- [22].-W Leleng, M Taqqu, W Willinger and D Wilson "On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic" IEEE/ACM Transactions on Networking, vol2, N° 1, pp 1-14, Feb. 1994.
- [23].-R Metcalf and D Boggs "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computers" Communications of the ACM, Vol.19, July 1986, pp 395-404.
- [24].-V Jacobson "Congestion avoidance and control" Proceedings ACM SIGCOMM'88, Stanford, aug. 1988, pp. 314-329.
- [25].-R Ramakrishnam and R Jain "A Binary Feedback Scheme for Congestion Avoidance in Computers Networks with a Connectionless Network Layer" Proceedings ACM SIGCOMM'88, Stanford, Aug. 1988, pp.303-313.
- [26].-J Pearson "Basic Communication Theory" Prentice Hall, Englewood Cliffs,NJ,1992.
- [27].-C Bohm, M Hidell, P Landgren, L Ramfelt and P Södin "Fast Circuit Switching for the Next Generation of High Performance Networks" IEEE Journal on Selected Areas of Communications, Vol. 14, N° 2, February 1996.
- [28].-S Ghosh & T Lee "Modeling and Asynchronous Distributed Simulation" IEEE Press, 2000.