

# Modelado de actividades en redes locales.

Cristóbal Raúl Santa María [smaria@sion.com](mailto:smaria@sion.com) 1561454636 UNLaM y U. de Morón.

Gastón Iemello [iemello\\_gaston@redlink.com.ar](mailto:iemello_gaston@redlink.com.ar) 4662-1365 U. de Morón.

Marcelo Gonzalez [administrador@amichi.com.ar](mailto:administrador@amichi.com.ar) 4650-3920 U. de Morón.

Cecilia Ana [anacm@ar.ibm.com](mailto:anacm@ar.ibm.com) 4585-2891 U. de Morón

Alvaro Moyano [moyanoal@ar.ibm.com](mailto:moyanoal@ar.ibm.com) 4585-2891 U. de Morón.

## 1-Introducción.

El presente trabajo reúne distintos esfuerzos realizados en 2005 y 2006 en el Departamento de Ingeniería de la UNLaM y en la Maestría de la FICCTE de la U. de Morón. Se describieron allí distintas redes y se estudió su tráfico. Conocida la topología y basándose en trabajos anteriores surgió la decisión de establecer patrones estadísticos para algunas actividades claves tales como la emisión de tramas. Pero a diferencia de las hipótesis teóricas se propuso aquí la determinación experimental de esos patrones para lo cual se recolectó información sobre los tiempos en los cuales se emitían las tramas en la red. Se realizaron mediciones en distintos momentos del día con carácter periódico y se las procesó por medio de software estadístico. En las distintas redes se logró establecer y comprobar el patrón Poisson-Exponencial para la cantidad de tramas emitidas en la unidad de tiempo y para el tiempo entre emisión de tramas respectivamente. Este paso experimental confirmó la idea teórica y permitirá en adelante la simulación de la actividad de red para evaluar experimentalmente parámetros de desempeño y tráfico.

## 2- Antecedentes del Modelado

La idea fue establecer los patrones estadísticos de las actividades del sistema para luego aplicar técnicas de MonteCarlo en cada bloque del sistema y simular así el tráfico de las tramas por la red según lo establecido en un trabajo anterior. (Ver referencia 4)

Se comenzó cada uno de los trabajos con una descripción de la red y se determinó que el modelo de simulación se construiría para la capa nº 2 o de Enlace en la nomenclatura del Modelo OSI. Se estableció restringir el análisis refiriéndolo al tráfico interno de la red.

Se supuso que el sistema emite tramas desde desde cualquier ws con un patrón estadístico que gobierna la actividad. Matemáticamente esto constituye un proceso estocástico. La idea de proceso se apoya en que la forma de la distribución se mantiene y sus parámetros varían de acuerdo al tiempo de la observación. Esto se verifica para el número promedio de tramas emitidas por unidad de tiempo.

También tiene este carácter probabilístico la longitud de las tramas que viajan por la red lo que junto con las características del medio físico determina la duración en tiempo de la transmisión. Eventualmente podría haber colisiones y congestionamiento de la red lo que haría incrementar los tiempos reales de transmisión por sobre los teóricos.

Sin embargo la capacidad del medio físico y el esquema switchheado presente en algunas redes permiten que solo por sucesos muy inusuales se verifiquen demoras atribuibles a la congestión. El modelo se construye aquí para llevar por simulación la red al límite compatible con su actividad sin congestión.

Cada trama emitida por una ws llega a un hub (o a un switch) y de allí pasa al switch-router que la rutea hacia el hub (o switch) de la subred correspondiente al destinatario. Se trata de simular este mecanismo.

Para ello se requieren los tiempos de emisión y su ley de probabilidad que se obtiene ajustando matemáticamente los datos.

Con la función obtenida se aplica la técnica de simulación de MonteCarlo. La diferencia entre el tiempo total simulado y el tiempo teórico dado por la longitud de la trama y la velocidad teórica de la red marcará su desempeño para esa trama. Así puede obtenerse un parámetro de desempeño de la red.

### 3- Mediciones

Se midieron dos redes elegidas por disponer de las herramientas de software necesarias y cuya identificación se reserva dada la naturaleza de sus tareas.

#### Red 1:

Red de datos de área local tipo Ethernet, funcionando a una velocidad de 10 megabits por segundo bajo la norma del IEEE 802.3, la cual tiene un acceso aleatorio y contencioso al momento de acceder al medio físico de enlace. Conformada por 2 hubs interconectados por su back plane (prolongación del bus interno hacia el exterior) comportándose como uno solo sobre los cuales están conectados 46 dispositivos de red diferentes a saber: terminales de trabajo servidores de aplicaciones y repositorios de datos, routers de conectividad con otras redes y firewalls que posibilitan el acceso a redes con restricciones de seguridad. El tránsito está constituido por transacciones electrónicas bancarias por lo cual la velocidad se adecua al modo de utilización. Dos veces por semana durante 1 mes se realizaron 24 capturas de 200 segundos en los 3 picos horarios de tráfico diario: 10:00 hs, 12:30 hs. y 17:30 hs. con un promedio de 52.800 registros por captura realizada.

Se utilizó un analizador de protocolo marca HP, modelo Internet Advisor J3444A, número de serie US 36422964, ejecutando la versión de software Lan/Wan 17.0.0.1000 del mes de diciembre del año 2004, fabricación del hardware del año 2002, herramienta que resulta de alta confiabilidad. El equipamiento al cual estaban conectados los distintos dispositivos de red, eran hubs del tipo stakeable (que permiten su interconexión por el back plane) marca 3Com, modelo Super Stack 11, ejecutando el release de software versión 1.04, con una velocidad de bus interno de 10 megabit por segundo.

Fue conectado el analizador de protocolo, configurando su placa en modo promiscuo. Realizadas las diferentes capturas por el tiempo acordado se grabaron los datos en disco incluyendo: número de secuencia, time stamp, dirección IP origen, dirección IP destino, tamaño del paquete y tipo de paquete (ver captura tipo). Se cargaron planillas de cálculo eliminando información redundante y se las procesó con la herramienta de cálculo estadístico. Se muestra captura tipo.

Secuencia	Tamaño	Tiempo	Origen	Destino	Tipo	Port Orig/Dest
1	64	0.000000	10.10.73.56	10.2.0.70	TCP	1758->3001
2	64	0.015625	10.12.33.251	10.2.0.70	TCP	15202->3003
3	594	0.015676	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
4	594	0.016151	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
5	542	0.031250	10.13.15.1	10.2.0.30	TCP	3956->10704
6	64	0.031683	10.12.33.251	10.2.0.70	TCP	15202->3003
7	98	0.031734	10.13.13.126	10.2.0.3	TCP	9652->10704
8	594	0.031813	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
9	596	0.032100	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
10	98	0.032105	10.2.0.3	10.13.13.126	TCP	10750->9652

#### Red 2

La segunda red seleccionada tiene la siguiente conformación: 1 HUB 3COM modelo Super Stack II, ejecutando el release de software versión 1.04, con una velocidad de bus interno de 10 megabit por segundo, sobre el cual están conectados los siguientes 17 dispositivos: 14 estaciones de trabajo, 2 servidores, 1 File Server y Servicios de Dominio y Netbios 1 Servidor Proxy Cache y 1 router hacia otras redes. La red tiene una infraestructura lógica de dominios Windows, los protocolos soportados son TCP/IP Netbios sobre TCP/IP, la obtención de direccionamiento lógico es dinámico mediante DHCP lo que indica la existencia de broadcast necesario para el establecimiento de la conexión. La velocidad de transferencia es 10 Mbps. Con el analizador de protocolos, se realizaron 36 capturas de datos de 300 segundos cada una correspondientes a 3 lecturas diarias, a las 11 hs., 13.30 hs. y 16 hs. 3 veces por semana durante un mes. El promedio de tramas por recolección realizada fue del 12.300. El analizador de protocolo utilizado fue Ethereal Versión 0.99.0 configurado en modo promiscuo sobre red de datos de área local (LAN) tipo Ethernet, funcionando a una velocidad de 10 megabit por segundo, bajo la norma del IEEE 802.3, con acceso aleatorio y contencioso al medio físico de enlace.

#### Lecturas parciales del día 1 y 2

Dia1 - Lectura1	Dia1 - Lectura2	Dia1 - Lectura3	Dia2 - Lectura1	Dia2 - Lectura2	Dia2 - Lectura3	Dia3 - Lectura1	Dia3 - Lectura2	Dia3 - Lectura3
0,100632	0,000177	0,143301	0,000079	0,196136	0,001326	0,129271	0,001154	0,068260
0,209625	0,000244	0,001435	0,000338	0,001483	0,155293	0,670915	0,163447	0,001142
0,599448	0,000271	0,001258	1,741729	0,001253	0,004188	0,695959	1,236645	0,001442
0,547159	0,001653	0,000217	0,148218	0,000177	0,633062	0,000054	0,144468	0,001189
5,288814	0,000008	0,001473	0,002721	0,001437	0,130930	1,492700	1,349031	0,000567
0,542111	0,000005	0,001253	0,635479	0,000915	1,109119	1,494175	0,000038	0,251896
0,000199	0,000102	0,001202	0,692740	0,000181	0,115148	1,512428	0,636102	0,092342
0,000381	0,000387	0,000211	0,016613	0,014373	0,006840	0,022099	0,003358	0,028562
0,000679	0,000134	0,000007	0,013824	0,000244	0,001118	1,456584	0,003011	0,020375
0,188111	0,000351	0,001222	0,000228	0,000180	0,001016	0,000046	0,002728	0,010812
3,304098	0,000188	0,001245	0,000385	0,000914	0,001213	1,544037	0,001228	0,081958
0,601839	0,000500	0,001200	0,000008	0,000228	0,000283	0,000064	0,000394	0,060903
3,483413	0,000164	0,001309	0,000150	0,000141	0,001734	0,322000	0,001150	0,009995

#### 4- Resultados

Los datos obtenidos de ambas redes fueron procesados estadísticamente para obtener el patrón de los tiempos entre emisión de tramas. Tal tarea fue realizada con el programa Best Fit de Palisade versión 4.5.5 del año 2005.

Para el análisis de todas las capturas se filtraron los datos y se realizaron distintos test de bondad de ajuste ( $\chi^2$ (Chi cuadrado))

En ambas redes el mejor ajuste se produjo para la distribución exponencial negativa. A efecto de ilustrar el tipo de procesamiento realizado y sus resultados se presentan a continuación algunas tablas y gráficos:

*Red 1:*

La tabla 3 muestra el ranking de mejor bondad de ajuste para distintas muestras.

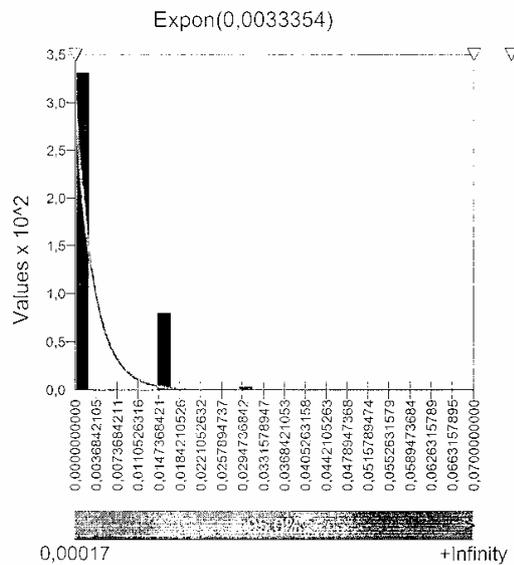
Tabla 3.

Ranking de ajuste de las muestras con respecto a las distintas distribuciones.

	Med.1_1	Med.1_2	Med.1_3	Med.2_1	Med.2_2	Med.2_3
Función	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.
Función	Unif.	Unif.	Par.	Par.	Par.	Par.
Función	Ray.	Ray.	Ray.	Trian.	Trian.	Ray.

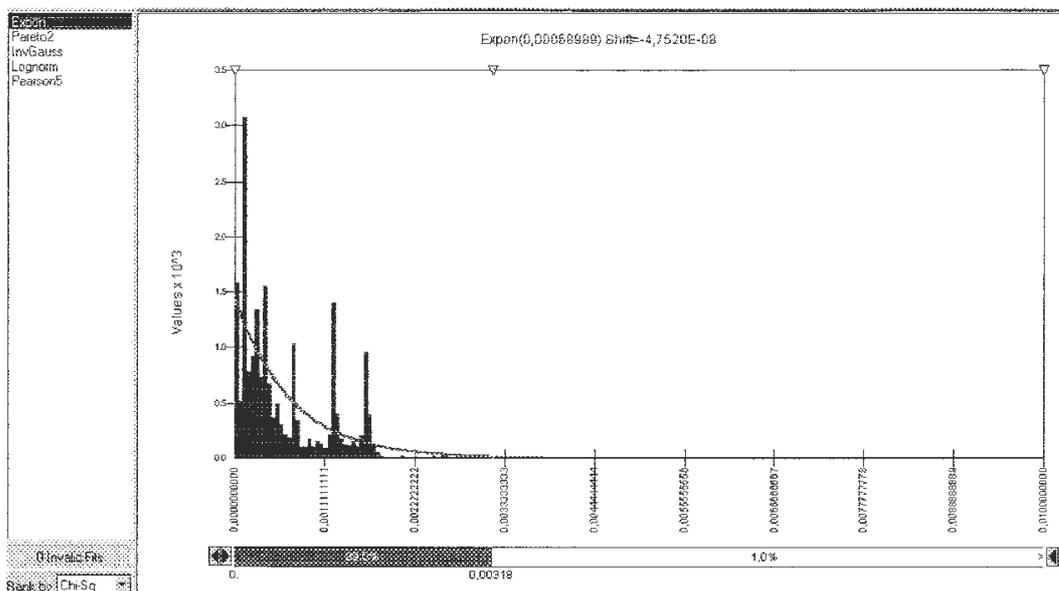
Se presentan también los gráficos que muestran el ajuste.

Medición 1.1  
Gráfico original



Red 2.

En la columna de la izquierda figura marcada en negrita la distribución exponencial al tope del ranking de ajuste y en la fila inferior se observa marcado en negro el porcentaje correspondiente a ese tramo de la distribución exponencial



## 5-Conclusiones

Se determinó experimentalmente entonces que el patrón estadístico de los tiempos entre emisión de tramas es exponencial lo que lleva a considerar el número de tramas emitidas en la unidad de tiempo como un proceso de Poisson cuyos valores esperados resultan precisamente la inversa multiplicativa de los tiempos esperados entre emisión de dos tramas consecutivas.

En fórmulas esto se expresa como sigue:

El parámetro  $\lambda$  es la esperanza matemática de una variable aleatoria con distribución de Poisson que modela el número de tramas emitidas en la red por unidad de tiempo

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

La distribución exponencial negativa que modela el tiempo transcurrido entre la emisión de dos consecutivas de estas tramas es

$$P(t) = a e^{-at} \text{ para } t \geq 0 \text{ cuya esperanza matemática es } E(t) = 1/a$$

Es posible ver matemáticamente que :

$$E(x) = 1/E(t) = 1/(1/a) = \lambda$$

La comprobación experimental de la hipótesis de comportamiento Poisson-Exponencial en redes de estructura y actividad similar habilita la posibilidad de simular el tráfico de acuerdo al patrón establecido, utilizando técnicas de Monte Carlo y teniendo en cuenta la topología descripta.

## 6- Referencias

- (1)- Informe Final del Proyecto de Investigación C058 .Modelo de Simulación para Red de Area Local. Director : Cristóbal Santa María.UNLaM. Departamento de Ingeniería. 2006.
- (2)- Informe Final del Seminario de Investigación de Maestría. Iemello, Gastón y Gonzales, Marcelo. Director: Cristóbal Santa María. FICCTE . UM 2006.
- (3)- Informe Final del Seminario de Investigación de Maestría. Ana, Cecilia y Moyano, Alvaro . Director: Cristóbal Santa María. FICCTE . UM 2006.
- (4)- Informe Final del Proyecto de Investigación Evaluación del Tiempo de Transferencia de la Información en Redes de Datos mediante Modelos Analíticos y Técnicas de Simulación. Director: Oscar Segre. FICCTE. UM. 2000.