

# Diseño y Elaboración de Guías de Simulación para la Asignatura SISTEMAS de ESPERA

Harold Andrey Vásquez Suarez

**Abstract**—Este documento muestra la forma en que se implementa el contenido programático de la asignatura Sistemas de Espera con la herramienta de simulación SimEvents de Mathworks, con la finalidad de realizar 6 guías de laboratorio dirigidas a los estudiantes. La introducción al funcionamiento de la herramienta se convierte en el primer paso de la implementación, fuentes de tráfico, tráfico basado en un traza, disciplina de colas, red de colas abiertas, red de colas cerradas y algoritmos de enrutamiento, son los temas tratados por las guías.

**Index Terms**—Fuentes de tráfico, Bloque Funcional, Notación Kendall, SimEvents

## I. INTRODUCCIÓN

**S**ISTEMAS de Espera es una cátedra la cual es un eje fundamental en el entendimiento de las redes de telecomunicaciones. En el transcurso de esta se observan varios factores que son decisivos en el diseño de las redes actualmente: la caracterización del tráfico, el tamaño de la línea de espera, la cantidad de servidores, el tipo de caudal, son algunos de los más sobresalientes, todo con el fin de encontrar una optimización en todos los niveles tanto para usuario como por quien ofrece los servicios en una red.

Originalmente las redes eran caracterizadas bajo un modelo de tráfico de tipo Poisson, donde esta se adaptaba de manera ideal a unas ecuaciones que interpretaban el comportamiento bajo ciertas condiciones, pero debido a cambio en los usuarios, los diferentes servicios que se ofrecen como la alta transferencia de datos, el tipo de datos, las aplicaciones, las tecnologías, entre otros, este tráfico que ya estaba caracterizado por un modelo matemático ya ha entrado a reevaluarse[1].

Las herramientas de simulación son importantes para hacer un mejor análisis de resultados de los sistemas sin necesidad de hacer un completo estudio de campo para sacar conclusiones, pues permite cambiar parámetros y por ende observar el comportamiento cambiante en los sistemas. Partiendo de esto una herramienta de simulación en las cátedras es de mucha utilidad, SimEvents presenta una opción novedosa para simular sistemas de espera; desde la versión 2007 Mathworks observando la necesidad por que exista una plataforma que soporte este tipo de datos, implementa una librería que maneja los eventos (evento es considerado el cambio de estado en un sistema)[2], de manera integrada.

## II. GUÍAS DE SIMULACIÓN

### A. Introducción a SIMEVENTS

La interfaz de SimEvents (Figura 1), permite al usuario interactuar dependiendo de qué y cómo quiere analizar los sistemas. Por ejemplo, no es igual el tiempo que tarda en establecer un parámetro fijo la simulación en un sistema con una medida de tráfico (Erlang) mayor a 10 a uno que este en 1. Es necesario manejar los tiempos de simulación dependiendo básicamente de dos factores  $\lambda$  y  $\mu$ .

- Interfaz de Trabajo SimEvents (Figura 1)

1. Tiempo de simulación: refiere a las unidades de tiempo que van a ser simuladas. Aunque este tiempo puede ser igual para varios sistemas, el proceso de simulación demorará más en arrojar los resultados para sistemas de mayor caudal. Considérese una fuente con distribución exponencial donde inicialmente  $\lambda$  es 10, el tiempo de simulación es de 10 unidades, tardará 2 segundos en tiempo real en terminar el proceso; ahora cuando  $\lambda$  es 1100, el tiempo real de simulación es de 5 segundos.

2. Forma de Simulación: En esta opción varía el modo de velocidad a la que va ir la simulación, puede ser Normal, Acelerado, Súper Acelerado y Externo. Al realizar las pruebas para encontrar como variaba una simulación con velocidad Normal a una Acelerada o una Súper Acelerada, se encontró que en promedio demoraban el mismo tiempo real.

3. Play y Detener: Siguiendo al montaje del esquema se oprime la tecla Play para iniciar la simulación, en donde se puede parar en cualquier momento por el botón Detener.

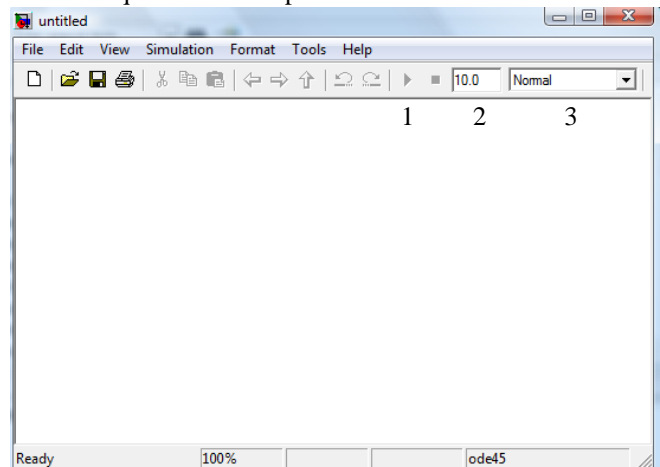


Fig. 1. Interfaz de Trabajo de SimEvents. Explicación inicial para conocer el funcionamiento de la herramienta[2].

### B. Clasificación de los Bloques Funcionales

Para que cualquier esquema sobre SimEvents sea entendido rápidamente, se hace una clasificación por colores dependiendo la función que desempeñen los bloques y se clasificarán en:

- Bloques Primarios: se denotan así los bloques que generan las entidades (usuarios que pueden ser clientes, paquetes, entre otros) (Azul).
- Bloques Secundarios: clasifican los bloques que realizan algún tipo de intervención con la entidad, ya sea colocar un atributo, pasar por un proceso (colas, servidores) (Verde).
- Bloques Terciarios: son en los cuales la entidad es descargada de la simulación. Estas pueden estar dadas por un bloque receptor, por una sonda (scope) o un Display (Naranja y Cyan).
- Bloques Cuaternarios: son los bloques que solo tienen que ver con una función específica en la simulación como por ejemplo los Inicio de Tiempo y Lector de Tiempo (Incoloros).

### C. Guía No 1

A partir de una variable aleatoria (VA) conocer la distribución que forma el tiempo de arribos entre las peticiones de los usuarios. Comprender que las fuentes simulan estos arribos es el objetivo de esta guía.

Esquema de simulación (Figura 2)

- Bloques Primarios: El bloque Generador de Eventos Basado en Tiempo representa la fuente donde el intervalo de tiempo en generar una entidad está dado por una distribución que posee una variable aleatoria, este ofrece tres opciones de distribución de probabilidad: Exponencial, Continua y Uniforme.
- Bloques Secundarios: En los bloques secundarios se encuentra: “Colocar Atributos”. La función de este bloque es únicamente la de intermediario para activar en la pestaña estadística el puerto #d, el cual es un contador de las entidades que han partido del bloque.
- Bloques Terciarios: Se encuentran tres tipos de bloques: Sonda, Entidad Receptora y Simout. La primera se utiliza para observar de manera gráfica el arribo de las entidades, la Entidad Receptora descarga de la simulación las entidades dadas por el bloque Atributo, y el bloque Simout, exporta los datos para que puedan ser manipulados como un vector, que para interpretación, son los tiempos de arribos.

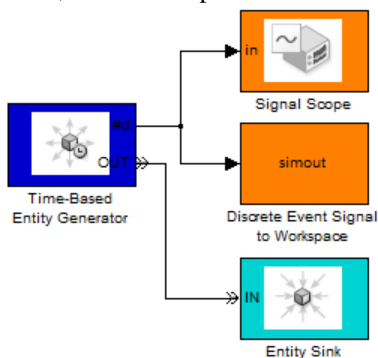


Fig.2 Implementación de una fuente con distribuciones Exponencial, Constante y Uniforme.

Encontrar el tiempo medio entre arribos a partir de la gráfica (Figura 3) generada por una fuente con distribución exponencial.

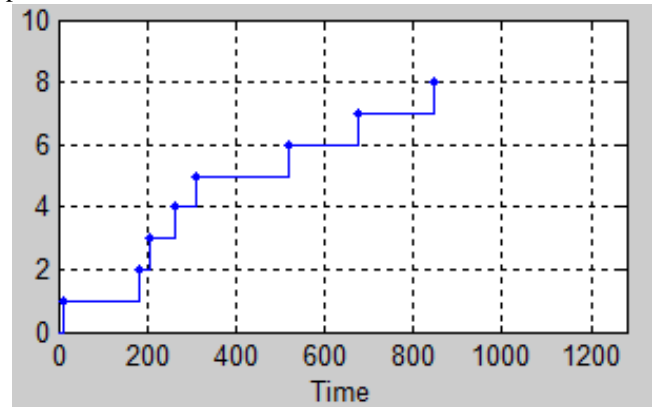


Fig. 3 Tiempo de arribos de una fuente exponencial con  $\lambda$  de 100

Se toman los valores de cambio en la señal de la gráfica. En total se presentaron 8 arribos y sus tiempos tomados tentativamente son mostrados en la tabla 1.

TABLA I  
ARRIBOS PARA UNA FUENTE EXPONENCIAL

Arribo No.	Tiempo de Arribo	Tiempo entre arribos <sup>a</sup>
1	9	9
2	183	183 - 9 = 174
3	204	204 - 183 = 21
4	262	262 - 204 = 58
5	310	310 - 262 = 48
6	518	518 - 310 = 208
7	673	673 - 518 = 155
8	845	845 - 673 = 172

La media entre los arribos es de 105,625 donde la media ingresada por el usuario en la fuente era de 100.

### D. Guía No 2

En la segunda guía se trabaja sobre fuentes de tráfico basadas en una traza con el fin de observar la diferencia entre las fuentes vistas en la Guía No 1. Se toman trazas de varios puntos de red para su posterior análisis.

Esquema de simulación (Figura 4)

- Bloques Primarios: Generador de Entidades Basada en el Tiempo. Se configura para que las entidades se generen a partir de un puerto externo; Eventos Generados a Partir de una Secuencia, se importa la variable de la traza para poder simularla.
- Bloques Terciarios: Receptora de Entidades
- Bloques Cuaternarios: Sonda graficadora

Para comenzar con la práctica es necesario tomar las trazas de tráfico de las redes con un programa especializado en capturar paquetes. Como propuesta se utiliza el programa WireShark.

Con las 9 trazas obtenidas (tres por cada red), se importa a Matlab de la siguiente forma:

```
>>y=["valores importados de Excel"];
```

Después de tener la traza en la variable “y” abra un nuevo archivo de SimEvents. Para que la Entidad Generadora pueda ser conectada es necesario activar el puerto t y en el Bloque Basado en una Secuencia borre el vector que aparece por defecto y coloque la variable “y”.

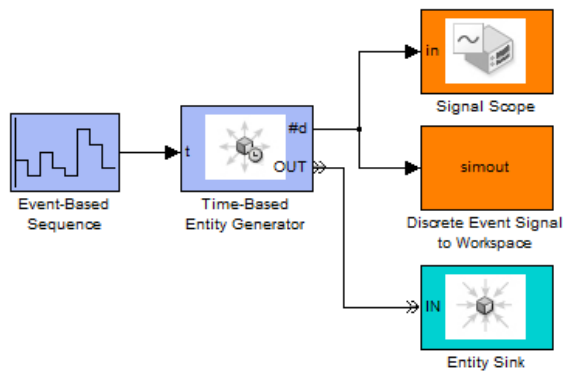


Fig 4. Implementación de una traza como fuente en Matlab

Importe los datos dentro del bloque funcional “Event-Based Sequence”, en el cual se albergarán las trazas capturadas por el WireShark que fueron depuradas en el ejercicio 2, asígnelas a las variables que usted apetezca, simule cada una de las trazas y halle el valor medio de tiempos entre peticiones.

TABLA I  
ARRIBOS PARA UNA FUENTE EXPONENCIAL

Traza	T1	N1	T2	N2
Casa	100s	221	1000	1600
Univ	100s	234	1000	1898
Inter	100s	300	1000	3404

T tiempo durante que se dejo correr el programa WireShark, N Número de paquetes capturados.

### E. Guía No 3.1

La notación Kendall define la disciplina de la cola, para el tipo de colas trabajado en esta guía es  $M/M/1/\infty/\infty$ , que denota un solo servidor con una línea de espera infinita.

Esquema de simulación (Figura 5)

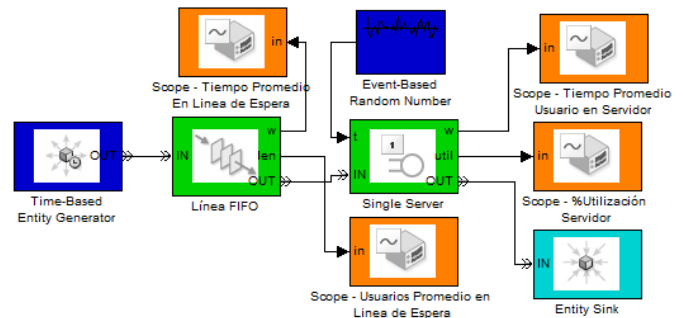
- Bloques Primarios: Generador de Entidades Basada en el tiempo y Evento Basado en un Número aleatorio.
- Bloques Secundarios: Cola FIFO, se utiliza con capacidad de  $\infty$ , y Un Servidor donde su tasa de servicio está dado por el puerto.
- Bloques Terciarios: Sondas las cuales grafican las variables de interés. Es necesario nombrar respectivamente estos bloques para que no haya confusiones sobre lo que se está graficando, Entidad Receptora.
- Bloques Cuaternarios: Sumador, como su nombre lo indica suma entre dos o más vectores.

$$T_w = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (1)$$

Para calcular el retardo en un enlace (1) se necesita conocer el caudal y tasa de servicio, siendo este el primer ejercicio para la guía.

- Cuando el tráfico es aproximado a uno: El problema lo presenta Matlab, el sistema demora tiempo en estabilizarse, además no concluye con la simulación debido a las gráficas en las sondas y si lo hace es demasiado variante como para dar una conclusión acertada del sistema

- Relación entre Tiempo Promedio de Un Usuario en Línea

Fig. 5 Implementación de una cola  $M/M/1/\infty/\infty$ 

de Espera y Tiempo Promedio de Un Usuario en el Servidor: La suma de estos dos retardos es la Tiempo Promedio de un Usuario en la Cola, esto reafirma que no se debe caer en el error que la cola solo lo conforma la línea de espera.

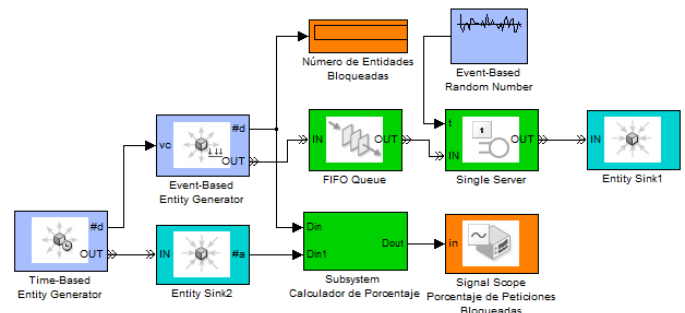
- Relación entre %Utilización y Usuarios Promedio en Línea de Espera: Al igual que en la respuesta anterior la suma de estos dos valores es el Tamaño Promedio de la Cola.

### F. Guía No 3.2

La notación Kendall para el tipo de colas trabajado en esta guía es  $M/M/1/K/\infty$ , que denota que tiene un solo servidor con una línea de espera finita la cual está dada por  $k-1$ .

Esquema de simulación (Figura 6)

- Bloques Primarios: Generador de Entidades Basada en el tiempo y Evento Basado en un Numero aleatorio.
- Bloques Secundarios: Cola FIFO, se utiliza con capacidad de  $k-1$ , Un Servidor.
- Bloques Terciarios: Sondas, Entidad Receptora, Display bloque funcional que permite ver de manera numérica los valores enteros de una función.
- Bloques Cuaternarios: Sumador

Fig. 6 Implementación de una cola  $M/M/1/\infty/\infty$ 

Para esta guía es importante tener claro los conceptos de que son los recursos  $K$  en una cola, ya que es cotidiano cometer el error en pensar que este valor pertenece al tamaño de la línea de espera pero hay que tener en cuenta que el servidor representa 1 en esa cantidad  $K$  de recursos, entonces la línea de espera queda con tamaño  $K-1$ .

Para calcular la Probabilidad de Bloqueo ( $P_b$ ) (2) se relacionan el tráfico y los recursos.

$$Pb = \frac{A^K(1-A)}{1-A^{K+1}} \quad (2)$$

En la simulación, la gráfica arroja el porcentaje bloqueado de entidades del total generadas se (Figura 7), para los parámetros:  $\lambda=23$ ,  $\mu=45$  y  $k = 5$ .

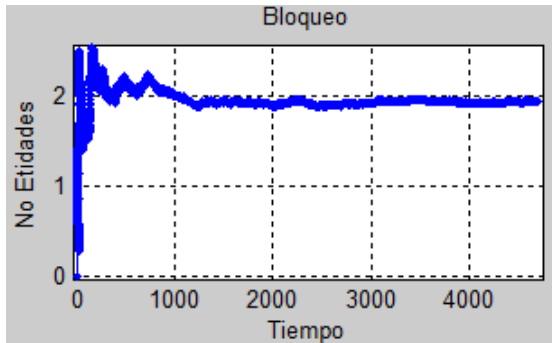


Fig.7. Bloqueo para los primeros parámetros propuestos.

Como conclusión cuando los valores porcentuales de las entidades bloqueadas son menores a uno no es un valor fijo, donde la probabilidad de bloqueo es de 0.3%.

G. Guía No 3.3

Esta guía se centra en la cola M/M/K/K/∞, conocida como un sistema Erlang B, donde los recursos K son el número de servidores, con la característica que carece de línea de espera.

Esquema de simulación (Figura 8)

- Bloques Primarios: Generador de Entidades Basada en el Tiempo (Caudal  $\lambda$ ), Generador de Entidades Basado en Eventos (Necesario para controlar el bloqueo), Generador de Números Aleatorios con Distribución Exponencial (Tasa de servicio  $\mu$ ).
- Bloques Secundarios: N-Servidores (reemplaza la necesidad de colocar varios servidores en paralelo), Calculador de Porcentaje.
- Bloques Terciarios: Bloque Receptor de Entidades, Sonda (Scope) y Display.
- Bloques Cuaternarios: Sumador.

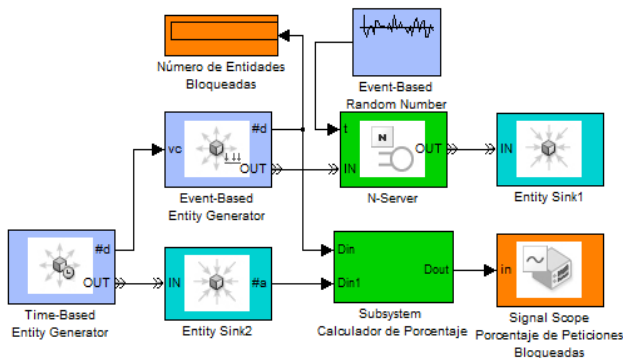


Fig. 8 Esquema de simulación de una cola M/M/K/K/∞.

Para hallar el valor teórico de la Probabilidad de (3) en un sistema Erlang B se utiliza un programa recursivo mostrado a continuación

```
function c=ErB_P(A,K)
p=A/(1+A);
n=1;
while (n~K)
    p=(A*p)/(n+1+A*p);
    n=n+1;
end
c=p;
```

$$Pb = \frac{\frac{AK}{K!}}{\sum_{n=0}^k \frac{A^n}{n!}} \quad (3)$$

El porcentaje arrojado por la simulación es muy acertado a los valores teóricos. De todas las pruebas realizadas la mayor desviación se presentó en 2 puntos porcentuales.

H. Guía No 3.4

La cola M/M/K/∞/∞ se denomina un sistema Erlang C, que a diferencia del modelo Erlang B posee una línea de espera, que además es infinita. El parámetro de interés es la probabilidad de que un usuario deba esperar para ser atendido.

Esquema de simulación (Figura 9)

- Bloques Primarios: Generador de Entidades, Generador de número aleatorios (Tasa de Servicio)
- Bloques Secundarios: Cola FIFO (Siempre de Tamaño Infinito), N-servidores.
- Bloques Terciarios: Sondas (Scope), Receptora de Entidades, Display.
- Bloques Cuaternarios: Ir A, Viene de, Inicio de Tiempo, Lector de Tiempo, Sumador y Divisor.

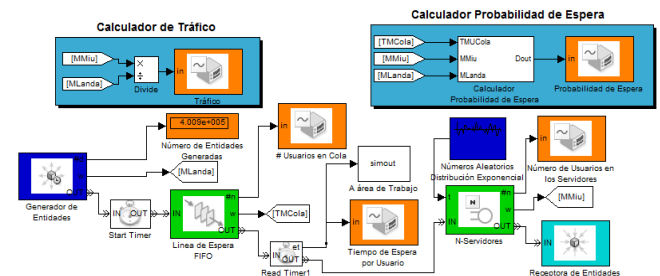


Fig. 9 Esquema para la cola M/M/K/∞/∞.

En la Figura 10 esta se puede observar el tráfico generado a partir de los valores de  $\lambda=40$  y  $\mu=2$ , donde efectivamente la relación entre estas da 20 Erlangs, el sistema se estabiliza rápidamente para esta gráfica.

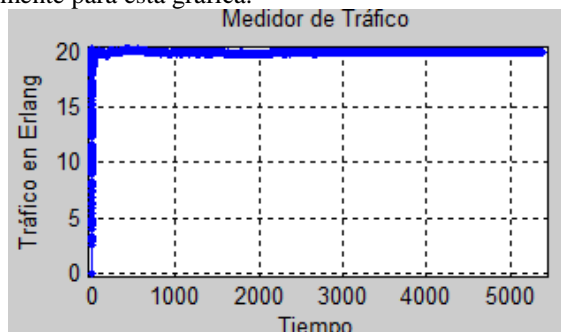


Fig. 10. Medidor de Tráfico debido al primer parámetro de la tabla

En la Figura 11 muestra el tiempo de espera por usuario donde el tiempo de espera por usuario pico no es mayor 0.25s, esta gráfica puede ser útil para calcular los rangos donde hay mayor presencia de entidades fuera de  $T_w=0$ , pues es donde se concentra el 97.65% de las entidades.

Figura 1. Gráfica de Tiempo de Espera para el primer valor del tiempo simulado

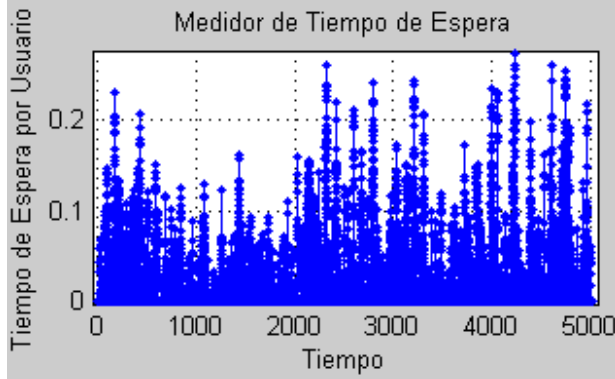


Fig. 11. Gráfica de Tiempo de Espera para el primer valor del tiempo simulado

En la Figura 12 el calculador de porcentaje es el experimento que se realiza por primera vez, que es calcular parámetros a partir de una fórmula, como se observa el valor corresponde al valor teórico, pero demora tiempo en estabilizarse el sistema.

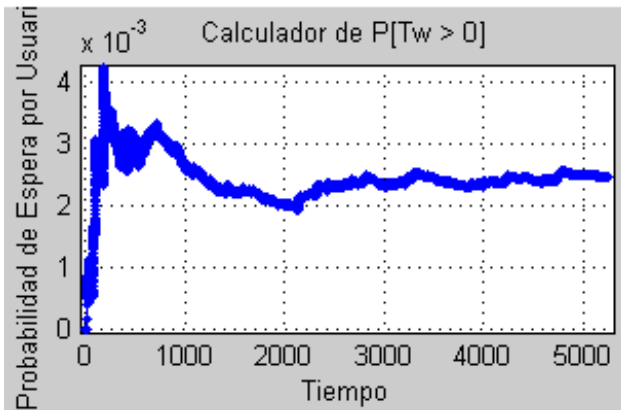


Fig. 12 Probabilidad de espera para un usuario en un sistema Erlang C

### I. Guía No 4

Esta guía está basada en las redes de colas abiertas. Inicialmente se hace una explicación sobre el funcionamiento de una red con dos enlaces en paralelo para observar el comportamiento de las entidades según el vector de probabilidad que asigna las rutas. Después se realizan redes más complejas con las que el estudiante desarrollara al máximo su destreza ya que deberá realizar varios esquemas a partir de diagramas de bloques.

Esquema de simulación (Figura 13)

- Bloques Primarios: Generador de Entidades Basada en el Tiempo, Generador de números Aleatorios (Tasa de Servicio).
- Bloques Secundarios: Atributos, Función Atributo, Un Servidor, Switch de Salida, Cola FIFO.
- Bloques Terciarios: Receptora de Entidades, Display y Sondas.

- Bloques Cuaternarios: Ir A, Viene de, Sumador, Divisor, Multiplicador.

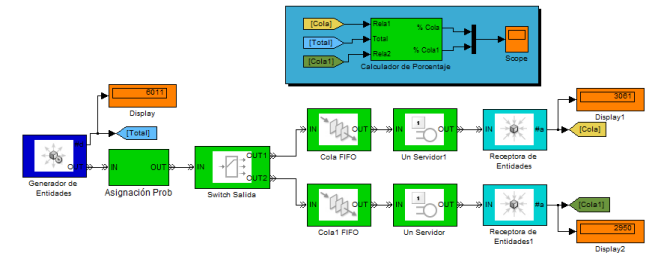


Fig. 13 Redes de Colas Abiertas Modelo A

Se manipulan los atributos para seleccionar la ruta. A través que una entidad transcurre por el selector de rutas se le es asignado enlace por el que va a tomar a partir de una variable aleatoria con distribución uniforme, la programación se hace a partir del siguiente programa:

El programa es mostrado a continuación.  
function out\_Attribute1 = fcn(Attribute1)

```

e=extrinsic('random');
variable=0;
k=random('unif',0,1);
prob=[1/2 1/2];

l=length(prob);
variable1=0;
vector1=zeros(1,l+1);

for i=1:l
    variable1=variable1+prob(1,i);
    vector1(i+1)=variable1;
end
vector2=0;
variable=k;
for g=1:l
    if(variable >=vector1(g) && variable <=
vector1(g+1))
        vector2=g;
        break;
    end
end

```

out\_Attribute1 = (Attribute1\*vector2);

### J. Guía No 5

La guía está basada sobre redes de colas cerradas donde la fuente debe generar las peticiones una sola vez y estas quedar circundando la red.

Esquema de simulación (Figura 14)

- Bloque Primarios: Evento Basado en un Número Aleatorio, Función Generadora, Generador de Eventos Basada en un Evento
- Bloques Secundarios: Atributo, Función Atributo, Un Servidor, Cola FIFO, Switch de Salida, Combinado de Ruta (Nodo), Subsistema Asignación de Probabilidad.
- Bloques Terciarios: Sonda (Scope).

- Bloques Cuaternarios: Conn (Connection Port Block), encargado de crear los puertos de entrada y salida en subsistema, Iniciador de Tiempo, Lector de Tiempo, Divisor.

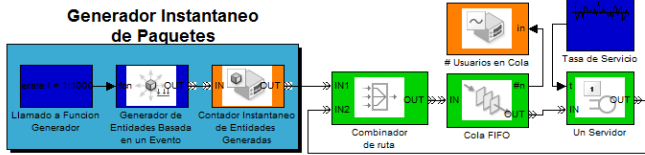


Fig. 14 Generador Instantáneo de Paquetes

El estudiante debe indagar sobre el funcionamiento de red de colas a través de unas preguntas sobre la red de colas cerradas. Esto con el fin que concluya sobre la función de cada uno de los bloques y que pasa si cambian los parámetros del esquema.

El primer parámetro de interés al que hacen referencia en la guía es al retardo promedio de la red, por eso es necesario la implementación del algoritmo de valor medio, donde el diagrama es dispuesto en la clase de sistemas de espera a manera de práctica, el algoritmo es el siguiente:

```
function l=VMedio(N,cu,q)
%N= 'ingrese el numero de paquetes: ');
%cu= Ingrese el valor de los coeficientes de u [ . . . ];
%q= 'Ingrese el vector de probabilidad de enrutamiento [ . . . ]: ');
% Comienza el algoritmo de valor Medio
m=length(q);
x=1;
ni=zeros(1,m);
while(x<=N)
    utri=(ones(1,m)+ni)./cu;
    Caudal=x/dot(utri,q);
    cn=Caudal*q;
    ni=cn.*utri;
    x=x+1;
end
l=utri;
ni;
cn;

P=utri(1);
Y=utri(2)+utri(3);
y=P-Y
```

Para encontrar el retardo de la red, es necesario tomar el bloque Inicio de Tiempo y colocarlo justo al inicio por donde ingresan los usuarios, y en la selección sobre cómo responder si ya existe una bandera de tiempo escoger la opción de reinicio para evitar acumulación de tiempos, y el bloque Leer Tiempo, debe ir justo en la parte donde por donde termina la red (antes del nodo de red).

#### A. Guía No 6

El análisis de los sistemas de colas tiene un objetivo; obtener los datos de interés para hacer que la red tenga un mejor desempeño en todos los aspectos. Esta parte es conocida

como el control de las redes. En esta parte de la teoría de colas, entran los algoritmos de enrutamiento como parte fundamental para optimizar las redes con los recursos ya dispuestos.

Esquema de simulación (Figura 15)

- Bloque Primario: Evento Basado en un Número Aleatorio, Función Generadora, Generador de Eventos Basada en un Evento
- Bloques Secundarios: Atributo, Función Atributo, Un Servidor, Cola FIFO, Switch de Salida, Combinado de Ruta (Nodo), Subsistema Asignación de Probabilidad.
- Bloques Terciarios: Sonda (Scope).
- Bloques Cuaternarios: Conn (Connection Port Block), encargado de crear los puertos de entrada y salida en subsistema, Iniciador de Tiempo, Lector de Tiempo, Divisor.

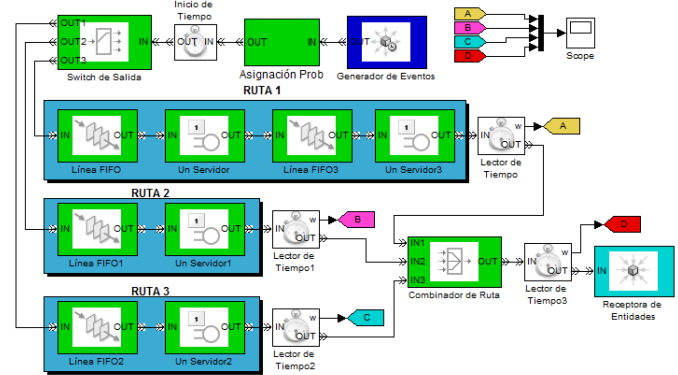


Fig. 15 Simulación de una cola abierta, Guía N 4 (Algoritmos de enrutamiento).

Se realiza la simulación bajo los mismos parámetros, donde el objetivo es encontrar el vector de enrutamiento que disminuya el costo del enlace a través del retardo de la red la primer grafica con un vector equiprobable y por último tratando de igualar los retardos.

### III. CONCLUSION

- Los usuarios de la Red Telefónica Publica Conmutada pueden ser modelados con SimEvents a través de una fuente exponencial y los de las redes modernas por medio de una traza que los caracterice. Esto permite comparar el desempeño de los sistemas de pérdida y espera ante diversos tipos de tráfico (datos, video y voz,).
- Las colas de tipo  $M/M/\infty$  son modelos de los sistemas de telecomunicaciones con usuarios de distribución exponencial. SimEvents basándose en los parámetros de estudio de la ingeniería: Recursos K, tráfico A y Calidad de Servicio (QoS) dimensiona redes en todas sus aplicaciones como por ejemplo algunas capas del Modelo OSI.
- El parámetro de costo en un enlace puede ser estimado en SimEvents a través de la simulación de la red de colas abiertas, intercambio las métricas como los saltos, retardos y caudales. Para observar la congestión, enlace de mayor desempeño, entre otros.
- La asignación de ancho de banda para uno o varios enlaces puede ser determinado en SimEvents a través de los tiempos medios de arribos en las peticiones de los usuarios, ayudando

al diseñador a tomar la mejor decisión.

- El comportamiento de las Redes AD HOC tales como: caídas de enlaces e intercambio de nodos, pueden ser analizadas con SimEvents a través de una función de variable aleatoria uniforme para ser simulada en un sistema con características específicas como caudal y retardos en transmisión, por medio de una conexión entre tres o más nodos de red.
- Al simular la traza como una fuente generadora de entidades, el tiempo promedio entre los arribos correspondientes a esta, comparada con una de igual caudal pero exponencial, divisa que es necesario como mínimo una traza de 300 valores para hallar la correlación contra 20 de la exponencial para que se cumpla la distribución de manera acertada.
- Diseñar sobre SimEvents los sistemas de colas donde se necesita una aproximación muy buena como en las ventanas deslizables de transmisión da la fiabilidad con un margen de error de 2%.
- Las librerías (bloques funcionales) brindadas por SimEvents son aún muy generales para decirse que la herramienta únicamente tiene el enfoque que se busca durante la asignatura. Procesos industriales, líneas de producción, tráfico vial, son algunos de los comportamientos en los usuarios, que son implementados en SimEvents para hallar parámetros como densidad de tráfico, embotellamiento en una línea de producción, comportamiento del cuello de botella al traspasar el primer congestionamiento.
- En los algoritmos de enrutamiento no es aconsejable tomar solo una métrica para actualizar el vector de probabilidad, ya que al tratar de igual los retardos para mejorar el costo de la red, uno de los enlaces queda prácticamente relegado haciéndolo dispensable y este no es el objetivo de los algoritmos, se debe plantear un conjunto de parámetros como caudal, y saltos.

## REFERENCIAS

- [1] P. Á. Cuenca, *Tendencias en redes de alta presentación*, 2000.
- [2] Mathworks, "Manual de usuario SimEvents," ed, 2008.
- [3] Aurelio, A. M. (2004). "Modelos de Tráfico en Análisis y Control de Redes de Comunicaciones." Revista científica y tecnológica de la facultad de ingeniería Universidad distrital Francisco José de Caldas Vol 9, No. 1 (2004).
- [4] Campos, A. L. (2008). "Simulación de eventos discretos." from <http://yalma.fime.uanl.mx/~arturo/Clase3Sim.pdf>.
- [5] Cuenca, P. Á. (2000). *Tendencias en redes de alta presentación*.