

Universidad Marino Gálvez de Guatemala

Facultad de Ingeniería en Sistemas

Ingeniería en Sistemas

Ing. JORGE ROBERTO PEREZ MONROY

Simulación y Modelación

Trabajo:

DOCUMENTACION

Luis Antonio Garcia Aguirre.

Carné: 1690-10-3643.

Santa Elena, Petén, 15 de noviembre de 2014.

**INTRODUCCIÓN**

En la mayoría de los procesos que se presentan en las empresas de manufactura y de servicio, aparecen laslíneas de espera. Esto debido a que casi siempre, la capacidad de servicio (en algún momento) es menor que la capacidad demandada.

Este proceso de generación de líneas de espera, trae consigo diferentes tipos de inconvenientes que se reflejan a corto y mediano plazo. Por tal motivo, se cuenta con un conjunto de modelos matemáticos que se enmarcan en el área de “La Teoría de Colas”[1]. Estos modelos buscan encontrar el equilibrio entre el número de unidades que se encuentran en la línea de espera y la cantidad de servidores que satisfagan la demanda de servicio.

Existen ocasiones donde es pertinente que el investigador se apoye en la Simulación para analizar de una manera más flexible e integral el fenómeno de la línea de espera.

En la mayoría de los procesos que se presentan en las empresas de manufactura y de servicio, aparecen las líneas de espera. Esto debido a que casi siempre, la capacidad de servicio (en algún momento) es menor que la capacidad demandada.

Este proceso de generación de líneas de espera, trae consigo diferentes tipos de inconvenientes que se reflejan a corto y mediano plazo. Por tal motivo, se cuenta con un conjunto de modelos matemáticos que se enmarcan en el área de “La Teoría de Colas”. Estos modelos buscan encontrar el equilibrio entre el número de unidades que se encuentran en la línea de espera y la cantidad de servidores que satisfagan la demanda de servicio.

Existen ocasiones donde es pertinente que el investigador se apoye en la Simulación para analizar de una manera más flexible e integral el fenómeno de la línea de espera. Por tal razón, se muestra en este artículo las ventajas que se tienen al incorporar modelos de simulación en la Teoría de Colas.

Es así, como el artículo presenta una descripción general de lo concerniente a “Teoría de Colas” y “Simulación”, para finalmente presentar un caso modelo donde se evidencia la aplicabilidad de estas dos temáticas trabajadas en conjunto.

**OBJETIVOS**

**OBJETIVO GENERAL**

Proponer una programación en los tiempos de los semáforos del circuito comprendido en la carrera 7ª entre calles 15 y 20 que mejore el proceso de movilidad vehicular en el circuito de estudio.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

* Realizar un estudio de tiempos en los semáforos de la población objetivo, mediante el uso de la estadística descriptiva, de tal manera que se pueda diagnosticar la situación actual de dicha población respecto al flujo vehicular.
* Utilizar las herramientas estadísticas de la teoría de colas para analizar la situación del flujo vehicular en el sistema previamente definido.
* Desarrollar un modelo de simulación que represente la situación de la población objetivo.
* Validar el modelo de simulación a través del análisis estadístico descriptivo desarrollado, para así, proponer una combinación de buena calidad en los tiempos de los semáforos en pro de mejorar el flujo vial en la población objetivo.

**TEORÍA DE COLAS**

**Generalidades.**

La teoría de colas es un conjunto de modelos matemáticos que describen sistemas de líneas de espera particulares. El objetivo principal es encontrar el estado estable del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada que garantice un equilibrio entre el factor cuantitativo (referente a costos del sistema) y el factor cualitativo (referente a la satisfacción del cliente por el servicio). Dado lo anterior, lo agentes principales que participan en este procesos analítico, son los clientes y los servidores.

Entendiéndose por cliente una persona, una orden de servicio, un automóvil, una maquina en espera de mantenimiento, entre otros y el servidor será aquella estación que este en facultad de realizar la respectiva actividad de servicio sobre el cliente, por ejemplo un cajero, una secretaria, una máquina, etc.

Un sistema básico de líneas de espera para una sola cola y un servidor disponible, en donde es claro que cuando el cliente llega al sistema, si no hay nadie en la cola, pasa de una vez a recibir el servicio, de lo contrario, se une a la cola. En necesario tener en cuenta algunos componentes claves para ser analizados, los cuales son:

1. Las llegadas de los clientes.

2. La capacidad de la cola.

3. La disciplina de la cola.

4. Los tiempos de servicio.

5. La cantidad de servidores.

6. Las etapas del sistema.

Es por eso que en la Teoría de Colas se utiliza una notación generalizada para indicar el tipo de sistema que se presenta. Esta notación tiene la siguiente forma: A/B/c

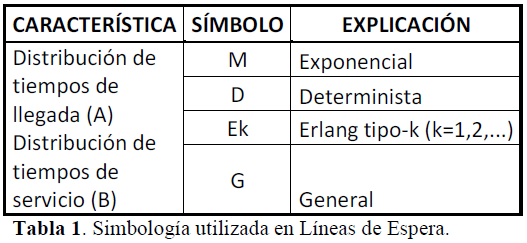
En donde:

A: Se refiere a la distribución de probabilidad que siguen las llegadas al sistema.

B: Se refiere a la distribución de probabilidad que sigue el tiempo de servicio.

C: Indica la cantidad de servidores con lo que cuenta el sistema.

La tabla 1 presenta la nomenclatura que se debe utilizar conforme al sistema analizado.



De esta manera un sistema de Líneas de Espera donde el patrón de llagadas siga una distribución exponencial, el patrón de servicio sea otra distribución exponencial y se cuente con un servidor.

Por otro lado, también es necesario identificar cuáles son las características operativas del sistema que se van a medir para evaluar la eficiencia respectiva. Entre las más utilizadas se tiene:

Número promedio de unidades en la línea de espera.

Número promedio de unidades en el sistema.

Tiempo promedio de espera.

Tiempo promedio de servicio.

Luego de haber citado algunas generalidades de lo concerniente a la Teoría de Colas, se continúa con algunas conceptualizaciones necesarias para el conocimiento integral de dicha temática.

**Las Llegadas.**

Este concepto hace referencia al análisis de cómo se alimenta el sistema de colas en donde se evalúa variables como el tiempo que transcurre entre dos llegadas sucesivas a dicho sistema. Este valor es variable, por lo que se conoce como un proceso estocástico. Por lo tanto, es necesario analizar la distribución de probabilidad que presenta dicha variable.

Además de este tiempo entre llegadas, también se requiere analizar la cantidad de clientes que llegan al sistema, ya que puede ser de uno en uno o en lotes. De tal manera, es relevante analizar también la distribución probabilística asociada a la cantidad de clientes esperados que llegan por unidad de tiempo. Esta variable se conoce con el nombre de “Tasa Media de Llegadas” y su parámetro asociado es “λ” Lambda.

**La Capacidad de la Cola.**

Es importante conocer de antemano cuál es la capacidad máxima de la cola, es decir, cuantos clientes pueden ubicarse en la línea de espera. Ya que se puede presentar casos en donde el sistema de colas presenta una línea de espera con capacidad limitada, otras donde es ilimitada y otras donde no hay líneas de espera (tal es el caso de un sistema de atención por vía telefónica en donde el usuario es bloqueado y rechazado si la línea telefónica se encuentra ocupada).

**La Disciplina de la Cola.**

Ésta hace referencia al modo como se acomodan las unidades o clientes en la cola antes de recibir el correspondiente servicio. Entre las formas más habituales se encuentran el sistema PEPS y el sistema UEPS. El primero se refiere a que la primera unidad que llega al sistema es la primera en ser atendida. El segundo indica que el último en ingresar a la cola es el primero en ser atendido. La aplicación de alguno de estos dos sistemas mencionados depende de la naturaleza de la unidad.

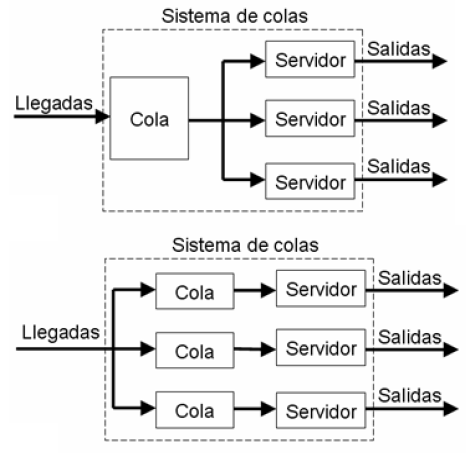
Adicional a los sistemas mencionados, también se puede presentar sistemas de colas en donde la atención se da con base a los niveles de prioridad que lleven los clientes (un ejemplo típico de este caso es el sistema de urgencias médicas en un hospital).

**Los Tiempos de Servicio.**

El servicio puede ser brindado por un servidor o por servidores múltiples. Éste varía de cliente a cliente, por tal motivo es necesario analizar la distribución de probabilidad asociada a dicha variable. El tiempo esperado de servicio depende de la tasa media de servicio la cual es evaluada a través del parámetro (m).

**La Cantidad de Servidores.**

En esta fase es importante conocer o identificar cuántos servidores están disponibles para atender los clientes que llegan al sistema. De esta manera se pueden presentar diferentes estructuras de sistemas de colas. La figura 2 presenta dos muy comunes, la primera representa un modelo con múltiples servidores alimentados por una sola cola y la segunda presenta un sistema en paralelo con una cola para cada servidor.



Las características generales explicadas hasta el momento permiten identificar claramente el sistema de colas sobre el cual se realizarán los correspondientes análisis.

**SIMULACIÓN.**

Una técnica para ejecutar estudios piloto, con resultados rápidos y a un costo relativamente bajo, está basado en la modelación de escenarios a través de la simulación. El proceso de elaboración del modelo involucra un grado de abstracción y no necesariamente es una réplica de la realidad; consiste en una descripción que puede ser física, verbal o abstracta en forma, junto con las reglas de operación. Más aún debido a que el modelo es dinámico, su respuesta a diferentes entradas puede ser usada para estudiar el comportamiento del sistema del cual fue desarrollado.

Por lo tanto al explicar ideas o conceptos complejos, los lenguajes verbales a menudo presentan ambigüedades e imprecisiones. Un modelo es la representación concisa de una situación; por eso representa un medio de comunicación más eficiente y efectivo.

Dado lo anterior, es importante tener claro las partes básicas que debe poseer un modelo, estas son:

* Los componentes, son las partes constituyentes del sistema. También se les denomina elementos o subsistemas.
* Las variables, son aquellos valores que cambian dentro de la simulación y forman parte de funciones del modelo o de una función objetivo.
* Los parámetros, son cantidades a las cuales se les asignar valores, una vez establecidos los parámetros, son constantes y no varían dentro de la simulación.
* Las relaciones funcionales, muestran el comportamiento de las variables y parámetros dentro de un componente o entre componentes de un sistema.
* Las restricciones, son limitaciones impuestas a los valores de las variables o la manera en la cual los recursos pueden asignarse o consumirse.
* Las funciones de desempeño, se definen explícitamente los objetivos del sistema y cómo se evaluarán, es una medida de la eficiencia del sistema.

Componentes de la Simulación.

Todo modelo de simulación debe contener unos componentes básicos tal como se ilustra en la figura 3. El componente de “Entidad” se utiliza para referirse a todo lo que el sistema procesa (Una pieza, un producto, una orden, un recibo de pago, etc.).

Las “Locaciones” representan los lugares fijos en el sistema a dónde se dirigen las entidades por procesar, el almacenamiento, o alguna otra actividad o fabricación (Una máquina, un área de trabajo, un área de espera, una cola, una ventanilla de pagos, etc.). Las “Llegadas” indican cada cuanto y en qué cantidad llegan nuevas entidades al sistema, esto con el fin de alimentar el sistema y activar su procesamiento.

Un “Recurso” es un operario, o una máquina que sirve para transportar, realizar operaciones puntuales, mantenimientos o asistencias complementarias para el procesamiento de entidades. Una “Red de Rutas” se utiliza básicamente para construir caminos fijos por los cuales se mueven los recursos (operarios, maquinas, etc.) para transportar entidades o dirigirse a otras estaciones.

Las “Variables” son útiles para capturar y guardar información numérica, de tipo real o entera, para ser utilizada en cálculos de ciertas estadísticas detalladas que puedan requerirse o para ciertos condicionamientos y/o restricciones del sistema analizado.

El “Atributo” es una condición inicial (como una marca), la cual puede ser asignada a entidades o a locaciones; entre ellos pueden contarse el peso de un material, su dureza, o cualquier otra característica ya sea física, química o de cualquier otro tipo que se quiera asignar a una entidad o locación. Este último, también puede utilizarse como medio para obtener información más detallada del sistema, por ejemplo tiempos de ciclo o niveles de eficiencia de laguna estación de trabajo.

El componente de “Proceso” define las rutas y las operaciones que se llevaran a cabo en las locaciones para las entidades en su viaje por el sistema. Generalmente se apoya en los diagramas de proceso u operación que se tienen para cada producto o servicio a simular. Por tal motivo es el último componente que se elabora, ya que necesita de los componentes ya mencionados para vincularlos en su construcción.

**CONCLUSIONES**

Podemos comprobar que la hoja de cálculo Microsoft® Excel, siendo una herramienta de tipo ofimático, se revela como una aplicación que permite la simulación de todo tipo de distribuciones estadísticas

Es posible efectuar la simulación de las funciones de distribución propias de la Teoría de Colas, cumpliendo los parámetros obligados de rigorque se debe exigir a este tipo de cálculos. Además, la utilización de su editor de Visual Basic para Aplicaciones (VBA) permite dotarla de aquellas distribuciones de las que carece, utilizando para ello una programación orientada a objetos.

Con la implementación del modelo de Teoría de Colas y el modelo de Simulación se evidenció como el sistema conformado por la fila de clientes preferenciales y el cajero asignado, está siendo subutilizado, esto debido a que el porcentaje de utilización es apenas del 65%,quedando un 35% libre, el cual puede ser utilizado en refuerzo de otras actividades.

**RECOMENDACIÓN**

En la Teoría de Colas, en ocasiones, es preciso recurrir a la simulación de fenómenos de espera generando valores de entrada y salida de acuerdo con los distintos modelos existentes. Para realizar dicha simulación es posible recurrir a determinadas aplicaciones informáticas especializadas en este tipo de cálculos o hacer uso de aplicaciones de uso general como las hojas de cálculo. En el presente trabajo probamos la idoneidad de dicha simulación utilizando las funciones estadísticas propias de la versión 2003 de la conocida aplicación Microsoft® Excel. Además de comprobar el funcionamiento de dichas funciones, se han programado mediante el uso de Visual

Basic para Aplicaciones (VBA) aquellas otras que son necesarias para tener recogidas todas las posibilidades y que no son incorporadas por Excel, probando también que cumplen todos los requisitos que son exigibles para este tipo de cálculos.