

# Simulación

## Práctico 3: Modelos de Colas (Líneas de Espera)

2017

1. Una pista de avión doble (una para aterrizar y la otra para despegar) está siendo diseñada. El tiempo para aterrizar de un avión sigue una distribución exponencial con una media de 1,5min. Si los arribos ocurren de manera aleatoria, que tasa de arribo puede ser tolerada para que la espera promedio en el aire no exceda los 3min.
2. El puerto de Bs.A.s puede servir de a un barco por vez. Sin embargo, tiene lugar de amarre para 5 barcos mas. Este puerto es uno de los favoritos para desembarcar, pero si no espacio disponible los barcos se dirigen a otro puerto cercano. Un promedio de 9 barcos arriban cada semana acorde a un proceso Poisson. El puerto de Bs. As. tiene una capacidad para manejar un promedio de 10 barcos por semana, con tiempos de servicios exponencialmente distribuídos. Cual es modelo de colas mas apropiado para este sistema?. Cual es el número esperado de barcos que están esperando atención o están en servicios en el puerto de Bs. As.?
3. Los pacientes arriban a una examinación médica acorde a un proceso Poisson con una tasa de 1 persona por hora. El examen requiere de 3 etapas cuya duración de cada una está exponencialmente distribuida con tiempo medio de 15 min. Un paciente debe atravesar las 3 etapas para poder ser diagnosticado. Cual es modelo de colas mas apropiado para este sistema?. *(la varianza de la suma de v.a.i. es la suma de las varianzas)*.
4. En la municipalidad de Río Cuarto, 2 trabajadores realizan tareas de mantenimiento todos los días. Las ordenes de trabajos arriban, para ser llevados a cabo, sobre un promedio de una cada 10 minutos a lo largo de todo el día. Estas tareas toman un promedio de 15 minutos para cumplirse. Los arribos y los servicios son exponencialmente distribuídos.
  - (a) Cual es la probabilidad de que no haya ningún trabajo en sistema sobre un punto aleatorio en el tiempo?
  - (b) Cual es el número esperado de ordenes de trabajo esperando ser llevadas a cabo?
  - (c) Cual es la probabilidad de que ambos trabajadores estén ocupados?
  - (d) Cual es el efecto sobre la perfomance del sistema si se agrega un trabajador mas de las mismas características?
5. Una fabrica dispone de 10 maquinas de tejer prendas. Las máquinas necesitan ser configuradas por los operadores para su funcionamiento, y una vez seteadas comienzan a funcionar automáticamente. El tiempo de configuración es exponencialmente distribuído, con una media de 10 minutos. El máquinas funcionan en un promedio de 40 minutos, también distribuído exponencialmente. Los operadores cuestan \$10 por hora, y las máquinas generan un costo de \$40 por hora cuando no están en funcionamiento.
  - (a) Cuantos operadores deberán ser empleados para minimizar el costo?
  - (b) Si el objetivo es, "sobre el promedio, ninguna debe esperar mas de 1 minuto para que un operador la configure", Cuanta gente debe ser empleada?
6. Un Call Center responde a llamadas de seguimiento financiero, productividad, y software de administración de contactos. Las llamadas arriban con una tasa de 1 por minuto, e historicamente el 23% de las llamadas son de seguimiento financiero, el 38% por productividad, y el 39% por productos de

administración de contactos. Toma 5 minutos en promedio responder una llamada. El número de clientes que son conectados al Call Center es ilimitado, pero cada línea de producto tiene su propio operador (2 para financiación, 2 para productividad, y 3 para administración de contactos). Si un operador apropiado es disponible entonces la llamada es inmediatamente ruteada al operador; en otro caso, la llamada se mantiene en una cola de espera. La compañía espera reducir el número de operadores mediante entrenamiento de los operadores, de tal manera que ellos puedan responder llamadas de cualquier rubro. Dado que los operadores no son expertos en todos los rubros, se espera que el tiempo promedio de atención de una llamada se incremente en un 10%. Cuantos operadores entrenados serían necesitados para proveer el mismo servicio que el sistema original?. Responder por aproximación del sistema corriente al propuesto.

7. Considere la red de colas de la figura ??:

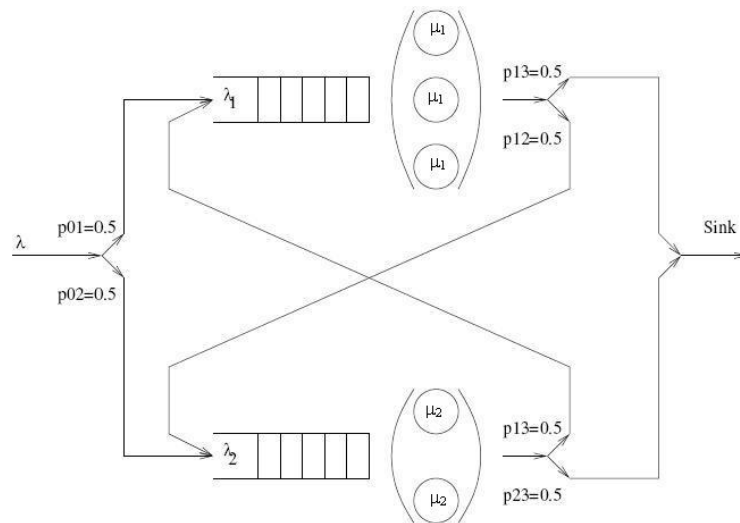


Figure 1: Red de colas.

El primer centro de servicio consiste de 3 servidores idénticos, con tiempos de servicio distribuidos exponencialmente con una media de 0,21 segundos.

El segundo centro de servicio consiste de 2 servidores idénticos, con tiempos de servicio distribuidos exponencialmente con una media de 0,11 segundos.

La disciplina de la ambas colas es FIFO y la tasa de arribo de los clientes al sistema es  $\lambda = 0.9$  por segundo.

- Determinar las tasas de arribo  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ .
  - Cual es el factor de utilización de ambos servicios.
  - Determinar la longitud media de las colas de ambos centros.
  - Cual es el tiempo medio de espera en ambos centros?.
  - Cual es la probabilidad de que un cliente tenga que esperar mas de 1 minuto en el centro de servicio 1.
8. Una empresa de reparación de electrónica sirve a la mayoría de los minoristas de electrodomésticos de la región. Recibe aparatos para arreglar según una distribución de Poisson de media 9 por hora. Todos los aparatos al llegar son inspeccionados por un especialista que determina a que sección debe ir dependiendo del tipo de reparación si es básica, si la debe ver un especialista, si debe enviar el aparato al fabricante y por lo tanto estos últimos son mandados a un almacén para ser enviado. Alrededor del 17% es enviado a fabrica. De los restantes, el 57% va a reparaciones generales y el 43% es enviado a un experto. Todos los aparatos reparados van al almacén para ser enviados,

sin embargo el 5% que va a reparaciones generales vuelve al inicio para ser nuevamente clasificado. Debido a la variedad de los aparatos enviados y la variedad de problemas la distribución exponencial es una adecuada representación para la clasificación, reparación y envío. Solo hay una persona en la selección y tarda una media de 6 minutos por aparato. Hay tres personas en reparaciones generales y tardan por término medio 35 minutos por aparato (incluidos los que son devueltos a clasificación). Hay cuatro expertos y tardan por término medio 65 minutos en reparar un aparato (estos aparatos siempre salen arreglados). Hay dos muelles de embarque, cada uno de ellos tarda una media de 12,5 minutos en embalar un aparato. El ingeniero de la empresa está interesado en saber cuantos aparatos hay en promedio en cada nodo, el tiempo que pasa en cada nodo y otras medidas de performance.

- (a) Diseñe un modelo de colas que represente el problema descripto. Graficar.
  - (b) Calcular la velocidad de ingreso de equipos a las distintas colas.
  - (c) Determinar si todas las cosas son estables.
9. Una empresa de producción de caños tiene 4 secciones (A,B,C,D). Los productos que fabrica se pueden clasificar en 5 categorías, con demandas anuales diferentes.
- Los productos de categoría 1 tienen una demanda anual de alrededor de 500 unidades, y sus especificaciones los harán circular por la sección A, luego la sección B y por último la sección C.
- Los productos de categoría 2 tienen una demanda anual de alrededor de 3000 unidades, y sus especificaciones los harán circular por la sección A, luego la sección B y por último la sección D.
- Los productos de categoría 3 tienen una demanda anual de alrededor de 2000 unidades, y sus especificaciones los harán circular por la sección B y la sección D.
- Los productos de categoría 4 tienen una demanda anual de alrededor de 2000 unidades, y sus especificaciones los harán circular por la sección A y la sección C.
- Los productos de categoría 5 tienen una demanda anual de alrededor de 1000 unidades, y sus especificaciones los harán circular por la sección B y la sección C.
- Sabiendo que el ritmo de producción por hora en una máquina de tipo A es de 2 unidades, el de B es de 2 unidades, el de C es de 4 unidades y el de D es de 2 unidades por hora. Sabiendo que el año tiene 220 días laborables de 8 horas cada uno y asumiendo tiempos de servicio exponenciales.
- (a) Diseñe un modelo de colas que represente el problema descripto. Graficar.
  - (b) Calcular la velocidad de ingreso de equipos a las distintas colas.
  - (c) Defina el número de máquinas imprescindibles en cada sección para que el sistema sea estable.