

SIMULACIÓN

Guía ANEXA

Prof. Ing. Gladys Alfiero
Prof. Ing. Erica M. Milin
Prof. Ing. Silvia M. Quiroga



1) Perros y Gatos

En una veterinaria hay N veterinarios especialistas en Gatos y M especialistas en Perros. Cuando llega un Gato con su dueño, es derivado al primer especialista que esté desocupado, o de lo contrario tendrá que esperar en la sala de espera. Lo mismo sucede con los perros. El problema es que la sala de espera es la misma para ambos, entonces cuando llega un gato, si hay un perro esperando, no puede esperar entonces la mascota con su dueño deben retirarse. Lo mismo sucede cuando llega un perro con su dueño, si ya hay un gato esperando anteriormente, se retiran.

Se conoce la fdp del intervalo entre arribos de los animales (el 60% son perros y el 40% gatos) que responde a $f(x) = e^{-x}$ para $x > 0$. También se conoce la fdp del tiempo de atención de cada consulta, conocido recién cuando el animal comienza a atenderse.

Se desea saber cuál debe ser la cantidad de especialistas veterinarios en gatos y perros (N y M) que permitirá atender a la mayor cantidad de animales, para ello se estudiará el porcentaje de gatos y perros que se fueron, respecto de los que ingresaron a la veterinaria, así como el tiempo ocioso de cada veterinario.

Gabriel E. Bonifacio, (2003)

2) Clínica

Una clínica tiene en su sala de guardia dos consultorios para la atención de pacientes. Estos llegan según una frecuencia dada por una f.d.p. conocida. Luego de tomar los datos del paciente la secretaria consulta sus registros y le asigna el médico con menor cantidad de personas en espera. El tiempo de atención de cada uno se podrá estimar en el momento que comience a ser atendido y corresponde a una f.d.p. dada en minutos. Cuando se presenta un caso caratulado de emergencia, cualquiera de los médicos puede ser asignado a este caso, por lo que empezaría a atenderla una vez que sale el paciente en curso. Esto puede sucederle al 30% de los pacientes y su atención demora según una fdp conocida entre 20 a 35 minutos. A los efectos de evaluar la eficiencia en la atención de los pacientes, se desea conocer el porcentaje de tiempo ocioso de cada médico y el promedio de permanencia en el sistema de los pacientes.

Patricia Robles, (2000)

3) Cibercafé

Un cibercafé tiene N computadoras destinadas a navegación en Internet y M destinadas a Juegos en red. Están numeradas de forma correlativa, tal que las primeras N son las de Internet y las M siguientes son las de juegos. Sus propietarios quieren averiguar si es correcta esta distribución y si es conveniente agregar más máquinas, debido a que potenciales clientes se van por no querer esperar.

Según su método de atención, le preguntan a cada cliente cuánto tiempo desea usar la máquina (TU) en el momento de su llegada, dicho tiempo responde a una fdp conocida. Si quieren estar más tiempo del avisado, deben liberar la máquina y actuar como si recién hubieran llegado. A cada cliente se le asigna la computadora del tipo requerido más próxima a desocuparse. Además saben por su experiencia que el intervalo de arribo de clientes (IA) se da respondiendo a una fdp, y que estadísticamente, el 70% de los clientes viene a

navegar por Internet y el 30% restante a jugar.

Por cuestiones particulares, prefieren al público que viene a navegar sobre el que viene a jugar, por lo tanto si todas las máquinas destinadas a Internet están ocupadas, utilizan alguna de las destinadas a juegos; esto no se da en caso contrario. A fin de poder decidir qué hacer, se desea conocer el porcentaje de veces que una máquina de las de juegos es usada para navegación (PJM).

Fernando Stefanelli, (2003)

4) Teatro Barrial

Un cine teatro barrial tiene una boletería atendida por una única persona. Las personas llegan cerca de la hora de cada función según una fdp lineal entre 2 y 4 minutos y arman dos colas, el 20% se ubica en la cola para retiro de entradas y el resto para compra en el momento, cada tipo de atención responde a una fdp conocida y distinta. La boletería atiende dando prioridad a las personas en la cola de retiros de entrada y cuando no hay gente para retirar atiende a la otra cola. Se pide calcular el promedio de espera en cola de las personas.

Ing. Gladys Alfiero

5) Aeropuerto

Se conocen los intervalos de Arribo (IA) y de despegue (ID) de aviones de chico, mediano y gran porte de un aeropuerto que está por ser ampliado. La ampliación consiste en la construcción de una determinada cantidad de pistas adicionales que ayudarán a descongestionar el tráfico aeronáutico en el aeropuerto.

Se necesita optimizar la cantidad de pistas a construir, debe tener tomando en cuenta la siguiente tabla de tiempos de despegue y aterrizaje, según el tamaño de la aeronave.

Tipo de Avión	Tiempo en Despegar	Tiempo en Aterrizar
Chico (Hasta 10 pasajeros)	120 seg.	200 seg.
Mediano (Hasta 100 pasajeros)	400 seg.	490 seg.
Grande (Más 100 pasajeros)	900 seg.	1200 seg.

Se sabe que la probabilidad de que sea una nave chica es del 50%, una nave mediana es del 30% y una nave grande el 20%. Sabiendo que los domingos el tráfico se reduce a la mitad, y que los controladores aéreos envían a los aviones, no importa su tamaño, a la pista donde tendrán que esperar menos en el caso del despegue y del aterrizaje. Y en caso de igualdad de tiempos, el controlador enviará al avión a cualquier pista. Se pide: Promedio de espera para el despegue

Alejandro Ramis, (2002)

6) **Ecografías**

En el área de ecografías de un centro de diagnósticos médicos se realizan dos tipos de ecografías, tipo A y tipo B.

Los pacientes llegan según un intervalo entre arribos que responde a una fdp-A o una fdp-B ambas en minutos, según el tipo de ecografía que se harán. El 15% de los pacientes, al finalizar el estudio deben, por indicación médica, realizar la otra ecografía. Sólo el 15% termina realizando las dos ecografías.

Se conoce el tiempo de duración de cada uno de los estudios que responde a dos f.d.p. conocidas.

Se desea saber el promedio de tiempo de espera de los pacientes y el porcentaje de inactividad de los dos médicos.

7) **Ricky**

Ricky tiene una cuenta de e-mail <ricky@afdb.com.ar> donde el servidor le permite alojar mensajes.

Se conoce el intervalo entre arribos de mensajes a su cuenta (Fdp1) y el intervalo (Fdp2) en el cual Ricky lee todos sus e-mails (luego de leerlos se borran automáticamente). También se conoce el tiempo de mantenimiento del servidor (Fdp3), tiempo que es contabilizado a partir de detectarse 100 mensajes. Ese mantenimiento se realiza si hay en ese momento 100 mensajes o más. Se borra entonces una cantidad fija CF de mensajes y, si luego de esto, sigue habiendo más de 100 mensajes se borra una cantidad variable CV que corresponde a un porcentaje de la cantidad de e-mails en exceso.

Se desea conocer el porcentaje de e-mails borrados por el servidor, y la cantidad de mantenimientos realizados, a fin de establecer la mejor combinación de CF y CV.

Silvestre Liberman (2002)

8) **SuperMercado**

Un supermercado analiza la posibilidad de contratar una nueva cajera. El dueño del supermercado, cuenta actualmente con una sola cajera. Los clientes llegan a la caja con una frecuencia que responde a una función de densidad de probabilidad (f.d.p) equiprobable entre 0 y 2 minutos. Cuando hay más de 3 personas en la fila, el dueño se decide a ayudar a la cajera y empieza a atender en otra caja, cuando la cantidad de personas en la cola de la cajera es 3 ó menor a esa cantidad, deja de ayudarla. El tiempo de atención de los clientes se conoce recién cuando comienza a ser atendido y responde a una fdp conocida. Se quiere estimar el porcentaje de tiempo ocioso de la cajera y el porcentaje de tiempo que trabajo el dueño, para analizar la posibilidad de contratar o no, a otra cajera.

Jorge A. Gallardo, Luis C. Montalti (2003)

9) Dos puesto, una cola de espera.

Sistema con dos puestos de atención y una única cola. El puesto uno atiende a dos elementos juntos y el puesto dos solamente atiende de a uno. Se conocen las fdp del intervalo entre arribos y el tiempo de atención de cada uno de los puestos.

Se pide determinar el promedio de permanencia en el sistema.

Ing. Silvia Quiroga

10) Doctor house

En un hospital se encuentra un famoso médico, quien con su grupo de ayudantes resuelve diferentes casos. Los casos a resolver se reciben en la administración del hospital, en donde es analizada la severidad y son atendidos o derivados a otro hospital según corresponda.

El 85% de los casos son de baja severidad, los cuales son atendidos por uno de los integrantes del grupo de médicos ayudantes que se encuentre libre o el primero en desocuparse. El 15% restante, "casos de alta complejidad", son atendidos personalmente por el famoso médico, siempre que esté libre, caso contrario son derivados a otro hospital.

Tanto la frecuencia con la que se reciben los casos, como el tiempo en que uno de los médicos ayudantes demora en la resolución del caso están determinados por una fdp. El tiempo que tarda el famoso médico en resolver los casos que le son asignados responde a otra fdp, conocida cuando el paciente es atendido.

Se pide: 1) Promedio de permanencia en el sistema, 2) Porcentaje de tiempo ocioso (médico famoso), 3) Porcentaje de casos (pacientes) que son derivados a otro hospital.

Kien, Andres Diego, Zaccardi, Martín Lucas, (2009)

11) Salón de ventas

El salón de ventas de una empresa dedicada a la fabricación de pantallas LCD atiende de 9 a 19 hs todos los días de la semana, sólo a clientes mayoristas y recibe cada veinte días **P** unidades.

Si se vendieran todas las pantallas antes de cumplirse los veinte días, se programa otra entrega adicional, de una cantidad fija (**ADIC**), que tarda en llegar un período (**DE**) determinado por una fdp. conocida (expresada en días). Si llega un cliente y no hay suficientes pantallas, se retira sin llevar ningún producto. Las ventas se producen a intervalos (**IV**) determinados por una fdp (expresada en horas), la cantidad de productos que compra un cliente está dada por tres fdp (**CLCD1, CLCD2 y CLCD3**) distintas para cada tercio del año.

Se desea determinar la cantidad **P** de pantallas a transportar hacia el salón de ventas, para minimizar la cantidad de pedidos adicionales y el porcentaje de clientes que se retiran por no encontrar productos suficientes.

12) Compañía ferroviaria

Una compañía ferroviaria pretende determinar la frecuencia óptima en el servicio de sus trenes en un ramal determinado y la formación (número de vagones) óptima, que evite la saturación de personas en el andén (promedio de pasajeros esperando). Para ello se ha decidido realizar un estudio sobre el último tramo del recorrido, dado que se ha comprobado estadísticamente que es el tramo de mayor concurrencia en el pasaje.

Los pasajeros llegan al andén con una frecuencia dada por una f.d.p. equiprobable entre 0 y 3 minutos. Una vez en el andén, se distribuyen de manera uniforme (aproximadamente) a lo largo del mismo, de modo que puede suponerse que todos los coches del tren llevarán la misma cantidad de pasajeros.

El tren llega al andén con una cantidad de pasajeros dada por otra f.d.p. entre 15 y 25 por vagón, con el doble de probabilidad de que sean 15 que 25. Si hay espacio para todos los pasajeros que esperan el tren, el andén se vacía; en caso contrario, suben al tren la cantidad de pasajeros posible hasta ocupar la capacidad máxima y el resto aguarda el próximo tren. No hay un orden establecido para la forma en que los pasajeros suben al tren. Cada vagón del tren tiene una capacidad de 50 pasajeros.

13) Almacenaje de Granos

Se desea simular el proceso de almacenaje de granos en una terminal portuaria, la misma tiene un silo de almacenaje el cual es abastecido por los barcos que anclan en la terminal. El silo tiene una capacidad máxima 20.000 m^3 , si la cantidad de granos supera el máximo del silo, el excedente es desechado.

Los barcos que anclan en la terminal descargan generalmente una cantidad de granos que es equiprobable entre 2000 y 4000 m^3 , los días de semana descargan cinco barcos simultáneamente, mientras que en el fin de semana sólo lo pueden hacer tres barcos debido a que disminuye la cantidad de operarios.

Luego de que los granos se encuentran en el silo, los camiones de transporte, los trasladan a las respectivas empresas compradoras. Los camiones transportan 5000 m^3 durante la semana y tan solo 1000 m^3 durante el fin de semana.

El motivo de la simulación es estudiar la capacidad del silo y saber qué porcentaje de granos se desperdician dado que el silo está totalmente lleno.

Juan Manuel Sestelo, Patricio Muñoz, (2002)

14) Proveedor Lechero

Un proveedor desea acordar con el cliente la cantidad de leche que le suministrará cada día. Para satisfacer la demanda acordada, el proveedor, posee 100 vacas las cuales producen entre 300 y 400 litros de leche por día (corresponde a una fdp).

Por cada litro de leche entregado el proveedor, recibe un beneficio de \$ 0,05. Por cada litro de leche faltante para satisfacer lo acordado, tiene una pérdida de \$0,01. Por cada litro de leche sobrante tiene una pérdida de \$0,02 debido a que la leche es derrochada. Se desea conocer cuál es la cantidad de litros de leche que el proveedor puede ofrecer a su cliente, para obtener el máximo beneficio.

Gastón Lloves, (1999)

15) Extensión línea B del subte

Debido a que se extenderá el recorrido de la línea B de subte desde Alem hasta Los Incas, se desea reprogramar el intervalo de arribo de cada tren (IA) que será mayor a un minuto y la cantidad de vagones de cada tren (CV), teniendo en cuenta que la capacidad de cada

vagón es de 50 personas y que una vez que se llena el vagón, no entra más gente.

Para ello, el estudio de un grupo de probabilistas determinó que la cantidad de personas que llega al andén en las horas pico a las estaciones de mayor concurrencia (FLLP) varía entre 20 y 40 personas por minuto y responde a una f.d.p lineal donde $f(40) = 2 \cdot f(20)$. Los datos a calcular son: el porcentaje de personas que tuvieron que esperar en el andén al siguiente tren (porque el tren que les correspondía estaba lleno) con respecto al total de personas que utilizaron el subte (PPAA) y el promedio de personas que viajaron con respecto al total que entrarían en el subte si todos los vagones estuvieran llenos en todos los viajes (PPV). Estos datos ayudarán a elegir un IA y CV correctos para que la cantidad de gente que se acumule no sea muy grande y para que la capacidad de los subtes sea bien aprovechada.

Jorge Teysandier, Luis Varga (2003)

16) Correos

Una empresa de correos desea estudiar el rendimiento de su depósito de correspondencia con relación a su capacidad óptima (conocida).

La correspondencia entrante se almacena en el depósito donde se clasifica para su distribución.

La cantidad de correspondencia entrante está dada por una función equiprobable entre 20 y 100 cartas por hora (esta cantidad se triplica en la época de las fiestas). Los turnos de trabajo están dispuestos de modo que llegan carteros en cualquier momento del día en busca de correspondencia a distribuir, llevándose por hora una cantidad constante.

Se desea saber el porcentaje de tiempo que la cantidad de correspondencia en el depósito excede su capacidad óptima (para el ajuste de la misma y de la cantidad retirada por los carteros).

Mariela A. Sánchez (2000)

17) Aula Ya!

Simular el funcionamiento de una página web la cual ofrece un servicio de clases particulares online. Para esto tiene un pool de profesores para brindar el servicio durante las 24hs los 7 días de la semana.

Cada profesor está disponible ciertos días de la semana y en un rango horario (mañana, tarde o noche) determinado de acuerdo a su contrato.

Por ahora sólo se ofrecen clases particulares de matemática, física y química.

El objetivo de la simulación es poder averiguar la mínima cantidad de profesores de cada materia en el turno tarde para minimizar el promedio de espera de los estudiantes.

En cuanto a los datos, se conoce: el intervalo entre arribos de estudiantes (expresado en minutos) y la duración de la clase (conocido de antemano) viene dada por una distribución de 72% de 30 minutos, 24% de 1 hora y 4% de 2 horas.

Cabe aclarar que también se conoce el porcentaje de alumnos discriminado por materia. El 72% toman clases de Matemática, el 13% de Física y el 15% de Química.

Diego García y Matías Petrone (2014)

18) Mini mercado

En un minimercado se ha notado que hay horarios en los que la cajera tiene problemas con el cambio de monedas de 2 pesos, donde muchas veces la cantidad que se trae del banco no es suficiente para cubrir la necesidad de reposición en la caja (debiendo ir nuevamente al banco). Se desea hacer un análisis para determinar la cantidad de cambio que sería necesario pedir al banco, de modo de minimizar la cantidad de veces que el cadete sale a buscar monedas.

Existe una cantidad mínima de monedas para realizar el pedido de reposición, se tiene la función de demora del cadete en ir al banco (de 1 a 2 horas). Siempre se trae del banco \$1000 en monedas de 2 pesos. Se conocen las f.d.p. de la cantidad promedio de cambio en monedas que entrega la cajera por hora y la cantidad de cambio que da la gente por hora.

María José Pérez Zavala, (2000)

19) Selección De Arquitectura Web, Elección Del Enfoque A Contratar

La mayoría de los productos o proyectos en los que trabaja nuestra empresa están focalizados en lo que es arquitectura web, por lo que los servidores destinados al procesamiento de request son un recurso clave para la actividad.

La información necesaria para llevar a cabo la simulación consta de los intervalos entre arribos de los request y los tiempos de atención que conllevan.

Se necesita modelar una solución que emplea servidores con el fin de procesar request, el objetivo final es saber si contratar esa solución que emplea servidores según lo descrito o buscar otra. Además, adelante del conjunto de servidores va a existir un balanceador de carga que es el que distribuye los pedidos que puedan ser atendidos, encolando a los que todavía no pueden serlo.

Existen dos tipos de request: aquellos que necesitan de recursos estáticos y aquellos que necesitan recursos calculados para poder ejecutarse. Se diferencian claramente en que estos últimos necesitan de un tiempo de atención mucho más prolongado.

En esta primera solución hay que activar la totalidad de los servidores disponibles para la atención de los request.

La política de distribución de request será por round robin (método para seleccionar elementos). Por un requerimiento de seguridad del proveedor que ofrece esta solución los request no deberán superar un tiempo máximo (TIMEOUT), en caso de superarlo será rechazada la conexión.

Se conoce con certeza el tiempo en que serán atendidas las peticiones, desde el momento en que éstas ingresan al sistema.

Se sabe cuál es el costo mensual por equipo de alojamiento en el data center ofrecido por el proveedor.

Se pide calcular: Promedio de costos mensual, Porcentaje de request rechazados, Porcentaje de tiempo ocioso de los servidores, Promedio de tiempo de espera de los request, y Promedio de tiempo de respuesta.

Prieto, Gastón, Raffelini Carlos y Umansky Ariel, (2014)

20) Código Rojo

Una empresa de emergencias médicas necesita saber cuál es la cantidad ideal de ambulancias y vehículos de visitas que debe contratar para disminuir los tiempos de espera. La empresa, al recibir una llamada solicitando atención médica, clasifica el servicio en base a los síntomas descritos por el cliente. Las clasificaciones posibles son:

- Código Rojo, si hay riesgo de vida
- Código Amarillo, si los síntomas son de gravedad pero no presenta riesgo de vida
- Código Verde, para una visita médica

La frecuencia con la que se reciben llamados, responde a una fdp conocida, expresada en minutos. Se sabe que por cada llamada hay una probabilidad del 12% de que sea una emergencia de código rojo, 21% de que sea una de código amarillo y 67% de que sea una de código verde. Para atender estos servicios, la empresa cuenta con N ambulancias, encargadas de atender los códigos rojo y amarillo y con M vehículos para atender códigos verdes. El tiempo que tarda cada unidad en atender un servicio está dado por una fdp para cada uno, expresada en minutos.

Existen tres colas, una por cada tipo de emergencia. Las ambulancias atienden las colas de código rojo y las de código amarillo y los vehículos la de códigos verdes. Si cuando se recibe el llamado hay alguna ambulancia/vehículo libre, se lo asigna al mismo. En cambio, si están todos ocupados, queda en la cola de espera hasta que uno se libere. Se debe tener en cuenta que la cola de códigos rojo tiene mayor prioridad que la de amarillos, por lo que cuando ambas contienen emergencias pendientes, primero se asignan las de código rojo. Aunque las de código amarillo hayan llegado antes, sólo se asignarán a ambulancias cuando no haya emergencias pendientes en la otra cola.

Fabián De La Cruz; Lucas Valli (2014)

21) Fabrica El Roperito SA.

La fábrica de ropa Roperito SA desea conocer cuál es la cantidad óptima de remeras que debe producir por lote para maximizar su beneficio y poder afrontar los costos de administración del depósito.

Se conoce el intervalo entre la llegada de cada lote de remeras al depósito desde el sector de producción, el cual responde a una fdp expresada en horas.

Los clientes hacen pedidos con una frecuencia que responde a una fdp conocida expresada en horas y la cantidad requerida en dichos pedidos también responde a una fdp conocida.

En caso de que el pedido de un cliente no pueda ser satisfecho en su totalidad por falta de stock, pero se disponga de la mitad o más de las remeras pedidas, se sabe que el 70% de los clientes aceptan llevarse la cantidad en stock y se los considera clientes satisfechos. En caso contrario, el cliente no efectúa la compra y se lo considera un cliente insatisfecho.

Roperito SA desea conocer el porcentaje de clientes que no compraron mercadería por falta de stock y cuál fue la mayor cantidad de remeras faltante en un pedido que causó la cancelación del mismo.

Infantino Marcos, Kevorkyan Marina Nairí, Pereira Juan Martin y Orlando Santiago (2021)

22) Residuos Patogénicos

Un consultorio médico genera diariamente residuos patogénicos que los dispone en un contenedor especial provisto por el ministerio de salud, el cual también una vez por semana provee un servicio de retiro (para su posterior procesado y desecho final) y su reemplazo por uno vacío.

Se conoce la cantidad de residuos generados en el consultorio por día, que responde a una fdp expresada en m^3 por día, cuyo valor máximo diario no supera la capacidad del contenedor. El ministerio de salud cobra un alquiler y traslado semanal de \$5000 por cada m^3 del contenedor multiplicado por 1.2 si la capacidad es inferior a $100 m^3$ y 1.5 si es superior.

Estos índices se deben a que a mayor capacidad del container, se necesita un transporte más grande para su traslado.

Si eventualmente un container se llena antes del día de su retiro, el consultorio tiene contratado con el ministerio un servicio adicional de reemplazo automático e instantáneo del mismo, por un costo fijo de \$25000. Esto es independiente del retiro semanal.

Se desea plantear un escenario óptimo que contemple los m^3 del contenedor y que minimice los costos de alquiler/retiro y reemplazo instantáneo del mismo.