

PROBLEMA 1

Dos compañías de taxis atienden a una comunidad. Cada empresa posee dos taxis y se sabe que ambas compañías comparten el mercado al 50%. Las llamadas que llegan a cada una de las respectivas centralitas lo hacen a una tasa de 8 por hora de acuerdo con una distribución de Poisson. El tiempo de servicio, por término medio, es de 12 minutos para ambas compañías y se distribuye exponencialmente. Suponga que un inversionista adquiere las dos empresas y le encarga un análisis de la situación que resultaría en caso de consolidar las dos compañías. En concreto, se pide:

- a) Medidas de rendimiento de los sistemas considerados individualmente y en el supuesto de la consolidación de empresas. Comente los resultados.
- b) Probabilidad de que todos los taxis en cada una de las dos compañías estén de servicio.
- c) Probabilidad de que todos los taxis de la empresa consolidada estén de servicio
- d) El número de taxis desocupados en cada una de las dos situaciones
- e) El número de taxis que la empresa consolidada debería tener para limitar el tiempo de espera para un viaje a 5 minutos o menos.

PROBLEMA 2

El montaje final de generadores eléctricos en una empresa se produce a una tasa de 10 generadores a la hora, de acuerdo con un proceso Poisson. Luego, los generadores se transportan en una cinta al departamento de calidad para una prueba final. La cinta transportadora puede sostener un máximo de 7 generadores. Un sensor electrónico detendrá la cinta transportadora una vez esté llena, evitando que el departamento de montaje final ensamble más unidades hasta que no se disponga de espacio en la cinta. El tiempo para inspeccionar los generadores es exponencial con media de 15 minutos.

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que el departamento de montaje final detenga la producción?
- b) ¿Cuál es el número medio de generadores en la cinta transportadora?
- c) ¿Qué decisión adoptaría para disminuir el número de interrupciones en el proceso de montaje final de los generadores? Justifique adecuadamente su respuesta

PROBLEMA 3

Los clientes llegan a una peluquería a una tasa media de 5 por hora de acuerdo con un proceso Poisson. Hay un peluquero disponible en todo momento y 4 sillas disponibles para los clientes que vayan llegando y tengan que esperar. El reglamento sobre prevención de incendios limita el número total de clientes dentro del local a un máximo de cinco, por lo que cuando la peluquería se encuentre llena se impedirá la entrada a nuevos clientes. El tiempo de servicio se distribuye exponencialmente con una media que varía dependiendo del número de clientes que haya en el local, según la siguiente tabla:

Número de clientes	1	2	3	4	5
Tiempo en minutos	9	10	10	13	20

Se pide:

- Número medio de clientes que esperan a ser atendidos.
- Tiempo medio que un cliente espera su servicio.
- Porcentaje de tiempo que el peluquero permanece ocioso.
- ¿Cómo afectaría a estos valores la contratación de un segundo peluquero?

PROBLEMA 4

En un cruce fronterizo entre dos países A y B, la línea de tráfico de B a A se bifurca en cinco puestos de inspección migratoria y aduanera. Suponga que la llegada de vehículos tiene una distribución de Poisson, con media de 15 vehículos a la hora, mientras que el tiempo entre servicios sigue una distribución exponencial de media 7,5 minutos. Por decreto gubernamental, no existe prioridad en el trato y los aduaneros prestan el servicio a medida que se desocupan, atendiendo a los coches por riguroso orden de llegada a la cola.

Se pide:

- Las principales medidas de rendimiento de este sistema de colas.
- Estudiar si sería razonable suprimir 3 puestos aduaneros de cara a mejorar el servicio.

PROBLEMA 5

Una empresa de reproducción gráfica tiene cuatro equipos automáticos para la realización de los trabajos de impresión. Cada unidad requiere determinadas operaciones de suministro, reparación o mantenimiento, estimándose que una máquina funciona por término medio 30 minutos antes de necesitar una operación de este tipo. Los tiempos de servicio varían dependiendo de la operación de que se trate, aunque podemos considerar que por término medio se necesitan cinco minutos para una operación de mantenimiento o reparación. El tiempo de inactividad del equipo ocasiona una pérdida de 20 unidades monetarias por hora, mientras que el salario del único empleado de este servicio es de 6 unidades monetarias a la hora. Suponiendo tiempos de llegada y de servicio exponenciales, determine:

- a) El número medio de unidades que esperan a ser atendidas
- b) Número medio de unidades que están siendo atendidas
- c) Si la empresa debiera contratar un segundo operario con el mismo coste salarial

PROBLEMA 6

Suponga un sistema de colas con dos servidores en el que el número de clientes varía entre 0 y 4 de acuerdo con las siguientes probabilidades de estado: $P_0 = 1/16$, $P_1 = 4/16$, $P_2 = 6/16$, $P_3 = 4/16$, $P_4 = 1/16$. Se pide:

- a) Número medio de clientes en el sistema, en la cola y siendo atendidos
- b) Si las llegadas se producen según un proceso Poisson de parámetro 2 clientes a la hora, determine los tiempos de permanencia en la cola y en el sistema
- c) Dado que ambos servidores tienen el mismo tiempo esperado de servicio, determine el valor de dicha tasa de servicio

PROBLEMA 7

Se le plantea elegir entre dos equipos distintos, A y B, de transporte de materiales. Los materiales van llegando para su transporte de manera aleatoria, de acuerdo con un proceso Poisson, a una tasa media de 4,5 elementos cada hora. El tiempo medio requerido para transportar la mercancía es de 12 minutos con el sistema A y de 9 minutos con el equipo B, de acuerdo con una distribución exponencial. Se estima un coste de operación de 50 unidades monetarias por hora para el equipo A y de 150 u. m. /hora para el equipo B. Existe un coste adicional producido por los materiales que

están siendo transportados o esperan a serlo de 20 u. m. /hora y carga. Además si el tiempo en el que los materiales están ociosos excede de una hora, se computará un coste adicional de 100 u. m. por hora. ¿Qué equipo de transporte será seleccionado?

PROBLEMA 8

Un taller de reparaciones recibe los artículos defectuosos de acuerdo con un proceso Poisson de media 10 artículos al día. El operario que los repara, lo hace a una velocidad de m artículos al día, de acuerdo con un proceso de servicio Poisson y recibiendo por ello, un salario diario igual a 20 veces su ritmo de trabajo, en €. Los costes generados por la permanencia de estos productos en el taller, se estiman en 40 € por cada día que un artículo permanece en el taller. Se pide:

- a) Velocidad óptima de trabajo de este operario.
- b) Determinar si sería conveniente, desde el punto de vista económico, la contratación de un segundo trabajador, de manera que la tasa de servicio de cada uno fuera igual a la mitad de la tasa de servicio obtenida en el apartado anterior.

PROBLEMA 9

Se ha asignado a un técnico la responsabilidad de dar mantenimiento a tres máquinas. Para cada máquina, la distribución de probabilidad del tiempo de operación antes de estropearse es exponencial con media de 9 horas. El tiempo de reparación es también una variable aleatoria con distribución exponencial y media de 4 horas. Se pide:

- a) Las probabilidades de estado estable y las principales medidas de rendimiento de este sistema.
- b) Suponga que se puede disponer de un segundo técnico siempre que las tres máquinas estén estropeadas. Compare las medidas de rendimiento de este sistema con las obtenidas en el apartado anterior.
- c) Suponga unos costes salariales de 40 € diarios por empleado y de 12 € por cada hora que una máquina no esté operativa. ¿Cuál de los dos diseños propuestos sería el más adecuado desde un punto de vista económico? Considere una jornada laboral de 8 horas.

PROBLEMA 10

El control de calidad de cierto producto es realizado por dos inspectores que trabajan juntos en un punto de control al final de la fase de producción. El tiempo empleado en este control sigue una distribución exponencial de media 15 minutos, siendo el coste marginal de proporcionar este servicio de 20 €/hora. La producción llega al punto de control según un proceso Poisson a una tasa media de 3 por hora. El coste para la empresa originado por la espera del producto se estima en 10 € por hora para cada unidad de producto. Determine si es óptimo el actual diseño del sistema de control de calidad, en cuanto al número de inspectores que trabajan en él.

PROBLEMA 11

Una instalación de mantenimiento y reparación desea determinar el número de empleados que debe asignar al servicio de despacho de herramientas. Los trabajadores llegarán a este servicio a una tasa media de 28 cada hora, de acuerdo con un proceso Poisson, y serán atendidos en un tiempo medio de 4 minutos, según un proceso exponencial. Los clientes de este servicio son los propios trabajadores de la instalación, por lo que serán remunerados igual que los empleados del servicio de herramientas.

- a) Obtenga el tiempo de permanencia en el sistema (W) en el caso de 1, 2, 3 y 4 servidores en el despacho de herramientas.
- b) ¿Cuántos empleados deberían trabajar en este servicio de despacho de herramientas? Razone su respuesta.

PROBLEMA 12

Los camiones llegan a un almacén según un proceso Poisson con una tasa media de 4 por hora. Sólo se puede cargar un camión a la vez, siendo el tiempo requerido para ello una variable aleatoria exponencial con media de $10/s$ minutos, donde s es el número de empleados que cargan el camión. Suponiendo unos costes de 18 €/hora para cada uno de los trabajadores y de 20 € por cada hora que un camión está en el almacén (cargando o esperando a ello), determine el número de servidores que minimiza el coste total esperado por hora.

PROBLEMA 13

Un técnico presta mantenimiento a dos máquinas. Al final de cada lote de fabricación, el técnico prepara cada una de las máquinas para el siguiente lote. El tiempo de funcionamiento para cada máquina es exponencial con media de 30 minutos, siendo el tiempo medio de mantenimiento de 5 minutos, de acuerdo con un proceso exponencial.

- a) Determine la proporción de tiempo de funcionamiento de cada máquina y el tiempo que, por término medio, estará el técnico ocupado en el mantenimiento de las máquinas.
- b) Suponga unos costes laborales de 25 €/hora y unos costes derivados de la pérdida de productividad de las máquinas de 100 €/hora y determine si sería económicamente mejor que el operario atendiera únicamente una máquina en lugar de dos.

PROBLEMA 14

El sistema de pedidos en un restaurante de comida rápida funciona de un modo peculiar. Cuando el establecimiento está vacío, la gente tiende a pensar que es porque la comida no es buena y se resiste a entrar; cuando hay demasiada gente en la cola, los clientes, hambrientos, se irán a otro establecimiento. Se han estimado las siguientes tasas de llegada al sistema:

$$\lambda_0 = 10 \text{ clientes/hora; } \lambda_1 = 15 \text{ clientes/hora; } \lambda_2 = 15 \text{ clientes/hora; } \lambda_3 = 10 \text{ clientes/hora;}$$

$$\lambda_4 = 5 \text{ clientes/hora; } \lambda_n = 0 \text{ clientes/hora, } n \geq 5$$

El restaurante tiene dos camareros que atienden los pedidos a una velocidad media de 5 pedidos a la hora. Calcule

- a) Las principales medidas de rendimiento del sistema de colas.
- b) El coste total que se generaría diariamente si los costes de espera son iguales a 0,5 € por cliente y hora, mientras que cada camarero percibe un salario de 12 € por hora de trabajo. El establecimiento abre 8 horas al día.
- c) Analice la situación que se generaría en caso de disponer únicamente de un camarero que atendiera el negocio. Comente los resultados con los obtenidos en los apartados anteriores.

PROBLEMA 15

Una empresa de distribución petrolífera posee una unidad de impulsión auxiliar que opera de manera continua. El tiempo entre averías es exponencial con media de 20 horas, siendo el tiempo medio de reparación de 10 horas, distribuido también de forma exponencial. En una de las estaciones, dos mecánicos atienden 5 motores. El salario por hora para cada mecánico es de 18 unidades monetarias. Las pérdidas estimadas por motor averiado son de 30 unidades monetarias por hora. Esta empresa está estudiando contratar un mecánico adicional.

- a) ¿Existirá algún ahorro en los costes de la empresa como consecuencia de contratar a un tercer mecánico?
- b) ¿Cuál es la pérdida estimada por avería cuando el número de mecánicos es dos?, ¿Y cuándo es tres?