Un taller de producción tiene dos máquinas idénticas, cada una de las cuales, de acuerdo con una distribución de Poisson, sufre en promedio una avería cada 20 minutos, debido al fallo de una componente muy sensible cuyo coste unitario es de 20 €.

Cuando una máquina se avería es reparada por el único mecánico contratado a dichos efectos. La duración de la reparación sigue una ley exponencial con una duración media de 20 minutos. Una vez reparada la máquina entra rápidamente en servicio.

El taller funciona durante 250 días al año, a razón de 8 horas diarias, al cabo de las cuales toda actividad de producción o reparación queda interrumpida para ser reanudadas al comienzo del siguiente día laborable.

El coste de empresa del mecánico es de 30000 €/año.

El beneficio que proporciona cada máquina es de 60 €/hora de funcionamiento.

1. Demostrar que desde el punto de vista del beneficio no interesa contratar a un segundo mecánico con idénticas características que el actual.
2. ¿Cuál es el tiempo medio de espera de una máquina en el taller de reparación?
3. Se define el ciclo de operación de una máquina como el tiempo que trancurre entre dos puestas en marcha consecutivas y la disponibilidad media de una máquina como el porcentaje de tiempo que en promedio una máquina funciona a lo largo de una jornada de trabajo. ¿Cuáles son el ciclo de operación y la disponibilidad media de una máquina en este taller?
4. Supongamos que la duración del ciclo es de 48 minutos. Las averías de las máquinas son debidas al fallo de una componente muy sensible. Estas componentes son solicitadas a un proveedor, que tarda 20 días en servir el pedido, y almacenadas en un depósito, siendo el coste de almacenamiento por unidad y año el 20 % del valor de la componente, mientras el coste de pedido asciende a 400 €.
5. Si se quiere que el riesgo de no poder realizar una reparación por falta de componentes sea del 0.5 %, ¿cuál es la política óptima para gestionar el reaprovisionamiento de componentes?
6. Desarrollar un modelo en GPSS que simule el funcionamiento del taller con un solo mecánico.

El número de máquinas averiadas que, por hora, llegan al taller de mantenimiento y reparación de una fábrica sigue la distribución mostrada en la tabla

Máquinas averiadas por hora	1	2	3	4	5
Probabilidad	0.15	0.2	0.3	0.2	0.15

La reparación tiene una duración media de 45 minutos.

El coste horario de parada de una máquina es de 100 € y la fábrica funciona durante 10 horas diarias.

Se ha observado que el número medio de máquinas averiadas en espera de reparación es 1.5.

a) ¿Cuál es el tiempo medio de espera de una máquina en la cola de reparación?

b) ¿Cuántas máquinas averiadas se encuentran en promedio en el taller de reparación?

c) ¿Cuál es el coste medio diario derivado de la indisponibilidad de las máquinas?

d) ¿Cuántos mecánicos hay en el taller de reparación?

e) ¿Cuál es la ocupación media de cada uno de ellos?

l, está inactivo el 25% de su jornada laboral.

MOTORES DE BARCO

Un barco petrolero dispone de dos motores de propulsión. Ambos motores funcionan independientemente y son idénticos. El capitán del petrolero tiene la política de que funcionen los dos motores simultáneamente. Este tipo de motores suelen estropearse por defecto de estanqueidad de agua o aceite. Este tipo de defecto finalmente deriva en fallo mecánico. La estanqueidad se modela como un proceso poissoniano de tasa 1 fallo/2 semanas. Una vez que el defecto de estanqueidad es detectado, si el otro motor está funcionando sin defecto alguno, el motor con defecto se manda a reparar. En caso de que el otro motor estuviera reparándose, el motor con defecto seguiría funcionando con el fin de no parar el petrolero.

Si el motor con defecto de estanqueidad sigue funcionando, éste puede sufrir un fallo mecánico que se modela como una exponencial de tasa de fallo 1 fallo/3 días. El barco dispone solamente de un mecánico que repara problemas de estanqueidad siguiendo una exponencial con una tasa de reparación de 1 reparación/2 días. Sin embargo, la tasa de reparación de problemas mecánicos en el 80 % de los casos sigue una exponencial de tasa 1 reparación/semana y en el 20 % restante una exponencial de tasa 1 reparación/mes (el petrolero ha de repararse en puerto).

Se pide:

a) Establecer la variable de estado del sistema de dos motores del petrolero
b) Establecer el diagrama de estados y resolver las ecuaciones de equilibrio
c) ¿Cómo cambiaría el diagrama de estados si el capitán decidiera no utilizar un motor hasta que el otro motor tenga problemas de estanqueidad? ¿Tendría alguna ventaja esta otra política de funcionamiento?
d) ¿Cuál es el grado de utilización del mecánico del barco? ¿Tiene el mecánico en término medio una jornada laboral razonable?
e) Calcular el número medio de motores esperando a ser reparados
f) Tiempo medio hasta que un motor con problemas de estanqueidad es reparado
g) ¿Cuántas veces al año el barco va al puerto a repararse?

MOTORES DE BARCO

El petrolero PRESTADO navega utilizando dos motores de propulsión. Ambos motores son idénticos en sus características de funcionamiento y fallo. El capitán del barco procura tener los dos motores funcionando a la vez, salvo que existan fallos, con el fin de navegar a la mayor velocidad posible.

En los motores existen dos modos de fallo: leve y grave. El fallo grave se produce tras haberse producido previamente fallo leve en el motor, y éste seguir funcionando. La tasa de fallo por motor del modo leve es de 1 fallo/4 semanas. En las condiciones en las que se produce el fallo de modo grave, su tasa es de 1 fallo/3 días. Ambos modos de fallos siguen procesos poissonianos.

La reparación de los motores averiados la realiza un único mecánico que está a bordo. La tasa de reparación del modo leve es de 1 reparación/2 días, distribuyéndose dicho tiempo como una distribución exponencial. El tiempo de reparación del modo grave se distribuye también según una exponencial con una tasa de 1 reparación/semana. La reparación de un motor, cualquiera que sea su modo de fallo, se realiza con el motor parado.

En caso de fallo grave el motor deja de funcionar. El capitán, con el fin de no parar el barco, ordena reparar un motor si éste ha fallado gravemente, o bien si un motor ha fallado en modo leve y el otro motor se encuentra en perfectas condiciones.

El mecánico, cuando acaba una reparación, deja los motores en perfectas condiciones de operación y, en caso de tener dos motores por reparar, tiene mayor prioridad el modo grave, aunque esta prioridad no es interruptora.

Se pide:

a) Establecer la variable de estado y sus distintos valores
b) Establecer el diagrama de estados
c) Valorar numéricamente los arcos entre los distintos estados del diagrama con sus probabilidades correspondientes

PARTE PRÁCTICA

d) ¿Cuál es el grado de utilización del mecánico del barco en la reparación de motores de barco? ¿Cuántas horas diarias en término medio dedica a dicha reparación?
e) Calcular el tiempo medio de espera hasta que un motor es reparado
f) Tiempo medio hasta que un motor con problemas de estanqueidad es reparado
g) ¿Cuántas veces en promedio el barco va a puerto a repararse durante un año? El petrolero está navegando los 365 días del año.

Como es bien sabido, hay multitud de versiones acerca del significado de las pirámides y otros monumentos del antiguo Egipto. Elucubraciones de mentes ociosas. La verdad es muy otra y hace referencia a la primera red de ordenadores que diseñó el hombre: todo ese conjunto de pirámides, esfinges, obeliscos, galerías, etc., no fueron sino la infraestructura del sistema de información PEPEI (Plan Estratégico de Proyectos y Estudios Incongruentes) que estaba soportado por ordenadores PSOEZ 850-A.C. (Programación Sistemática de Ordenadores para Esclavos y Zampabollos), ideados por el famoso traficante de loto Angelonio Bilgatabis y Ptolomeo Calculaton, de Tebas, precursores en su filosofía y diseños de los creadores de los modernos ordenadores.

El invento de Bilgatabis y Calculaton, del que se muestra un croquis (un verdadero hallazgo arqueológico este plano), tenía su componente crítica en la unidad de cálculo, constituida por diez esclabits, especialistas en aritmética digital, pues contaban con sus dedos, tanto de las manos como de los pies, con inusitada rapidez, debido quizás al estímulo proporcionado por una fuente de alimentación de la conocida marca de verdugos y asesinos ETARRIAK. Como puede verse además en el esquema, la unidad lógica, de la que solían formar parte ilustres griegos como Euclides, Pitágoras, Thales, etc,, era extremadamente fiable, excepto cuando les daba por beber cicuta, circunstancia grave que solía poner fin a su participación en el proyecto.

Por lo que respecta al almacenamiento de datos no había problema: las esfinges eran la memoria principal y las pirámides formaban las memorias secundarias; tenían gran capacidad de almacenamiento, aunque el acceso era algo lento (de algunas aún no se ha conseguido extraer la información contenida en ellas). El soporte de la información era piedra grabada o escritura sobre papiro, la entrada de datos se realizaba por medio de una hilera en la que se alternaban nubios y babilonios, muy adecuados para esta labor, en tanto que para la salida había dos impresoras: una lenta, soportada por un escriba, y una rápida, soportada por un pájaro carpintero de alta velocidad modelo HORUS.

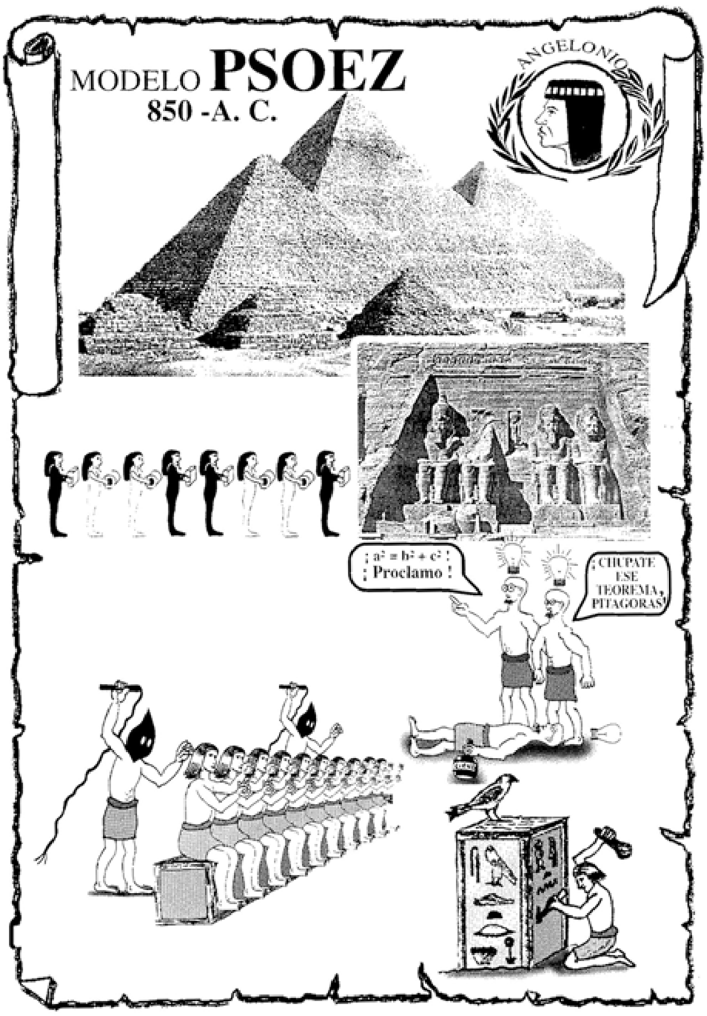
Los problemas a resolver procedían de todas partes del imperio, llegando cada uno cuando Osiris quería, pero, en promedio, se pueden estimar en una media de 10 diarios y todos tenían, aproximadamente, el mismo grado de dificultad.

La unidad aritmético-lógica, pese a los esfuerzos de la unidad de alimentación, procesaba diariamente una media de 8 aplicaciones, de acuerdo, al igual que ocurría con el número de problemas llegados, con una ley, que en aquel entonces no supieron entender muy bien, y que se quedó sin nombre hasta que un astuto matemático francés, tres mil años después, le puso el suyo: Poisson.

Al principio no se dio gran importancia al retraso que se iba acumulando: cosas de la burocracia, decían; pero cuando los portadores de los mensajes, debido al cansancio de la espera, comenzaron a quedar aplastados por los datos transportados, se pensó que era necesario tomar medidas correctoras. Como era difícil encontrar esclabits, pero no tanto fuentes de alimentación, se pensó que la adquisición de una fuente adicional supondría un estímulo añadido que ayudaría a los esclabits en su trabajo; de hecho, estaba garantizado que cada fuente de alimentación adicional sobre la inicial incrementaba la capacidad de trabajo de los esclabits en 4 trabajos diarios.

Por lo que se refiere a las impresoras, y en promedio, el pájaro imprime a razón de 10 piedras diarias y el escriba a razón de 5 papiros al día. El número era variable de acuerdo con una ley semejante a las anteriores. En todo caso, se daba salida en primer lugar al problema que llevaba más tiempo resuelto.

¿Qué pasaba en el PSOEZ antes y después de adquirir la segunda fuente de alimentación?



Un banco tiene dos cajeros trabajando en cuentas de ahorro. El primer cajero maneja solamente los ingresos y el segundo sólo los reintegros. Se ha encontrado que las distribuciones del tiempo de servicio, tanto para ingresos como para reintegros, siguen sendas leyes exponenciales con tiempos medios de servicio de 3 minutos. Se encontró también que los depositantes llegan de acuerdo con una ley poissoniana con una tasa de 15 clientes por hora, mientras que los que retiran fondos lo hacen con una tasa de 12 clientes por hora.

¿Cuál sería el efecto sobre el tiempo medio de espera en la cola para el conjunto de clientes si cada cajero pudiera manejar tanto ingresos como reintegros?

¿Cuál sería dicho efecto si dicha polivalencia sólo pudiera lograrse a costa de aumentar el tiempo medio de servicio a 3.5 minutos? ¿Y si este aumento alcanzara los 4 minutos?

En todos los supuestos contemplados en el problema se quiere también establecer el tiempo medio de ocupación de los cajeros para una jornada laboral de seis horas cara al público.

Una barraca de feria tiene un muñeco con la efigie del alcalde, contra la que los vecinos del pueblo arrojan pelotas de gomas para desahogar los normales cabreos de ciudadanos.

Los vecinos se presentan para participar en el bombardeo a una media de 10 clientes por hora, hacen una única cola en la que, como es usual, el que llega antes es el primero en tirar y en la que, en promedio, pasan 4 minutos. Una vez que llegan a la línea de tiro se dedican a lanzar pelotazos durante una media de 5 minutos.

a) ¿Cuál es el número medio de personas que están en un momento dado en el entorno de la barraca?
b) ¿Cuál es el número medio de personas que un momento tomado al azar se encuentran en espera de lanzar sus pelotazos?
c) ¿Cuál es el número medio de personas que, por horas, tiran pelotazos contra la efigie del alcalde?
d) ¿Cuál es la probabilidad de que un vecino espere más de 10 minutos para empezar a lanzar sus pelotazos?
e) En el caso de que el monigote necesitara un mantenimiento de 5 minutos cada hora, ¿cómo se modifican las respuestas a las preguntas anteriores?

Nota: Si para responder a las cuestiones anteriores se considera necesario algún dato adicional sobre los dados explícitamente debe decirse cual y porqué.

VENDEDOR DE JABONES

Un tendero de una tienda de jabones ha comprobado que vende de forma constante 24 piezas de jabón al día durante los 270 días que abre al año. Cuando hace un pedido, lo recibe siempre al cabo de 1 día en su totalidad. El coste de adquisición de una pastilla es de 1 € y el coste de almacenamiento está estimado en un 10 % anual del precio de adquisición.

a) Aplicando la fórmula de Wilson, el lote económico resulta ser de 1080 piezas. Indique cuándo debe realizar un pedido, cual es el coste de pedido y cuál debe ser el stock de seguridad si quiere garantizar al menos el 80 % de la demanda.
b) Suponga que debido a la apertura de una nueva tienda de la competencia, sufre variaciones aleatorias en la demanda, de forma que ésta varía en 2 unidades al día (es decir, entre 22 y 26 unidades vendidas al día). Indique cuándo debe realizar un pedido y cuál debe ser el stock de seguridad si quiere ofrecer la anterior calidad de servicio
c) ¿Cuál sería la respuesta a la pregunta anterior si el plazo de entrega se demorara y fuera de 20 días?

TALLER DE VEHÍCULOS

Un taller de vehículos está especializado en revisiones y puestas a punto. Una de sus tareas habituales es el cambio de aceite. El taller dispone de dos depósitos, uno de ellos contiene aceite nueva y el otro aceite usada. El taller se abastece de aceite nueva mediante un camión que dispone de dos tanques, cada uno con capacidad de 3000 litros. Uno de los tanques se utiliza para transportar aceite nueva y el otro se utiliza para retirar el aceite usado.

Cada vez que el camión realiza su servicio al taller, éste cobra 400 euros, tasas de contaminación ambiental incluidas. El coste de almacenamiento de cada litro de aceite nuevo es de 2 euros/litro/año y el coste de almacenamiento de cada litro de aceite usado es de 1 euro/litro/año. El número medio de vehículos que pasan por el taller al día se distribuye según una distribución normal de media 15 vehículos y desviación típica 3 vehículos. Se considerará que cada vehículo requiere 4 litros de aceite para completar el cambio.

a) Determinar la expresión del coste global anual en función del tamaño del pedido

b) Establecer los parámetros que definirían la política óptima de inventario basada en cantidades fijas y períodos variables para un nivel de seguridad del 99 % (Z_{99}=2.326)

c) Establecer los parámetros que definirían la política óptima de inventario basada en cantidades variables y períodos fijos para el mismo nivel de seguridad

EL PASTELERO

El negocio básico de una pastelería que abre diariamente es la venta de tabletas de chocolate.

La demanda diaria de esta golosina sigue una ley normal de media 150 y varianza 400, y es independiente de un día para otro.

El pastelero se surte de un fabricante con el cual tiene suscrito un contrato en los términos siguientes:

- El coste de pedido es cero si el tamaño del mismo es igual o mayor que 9000 unidades y de 600 € si es inferior.
- El precio unitario de adquisición es de 0.9 €.
- El plazo de entrega es de 9 días.

El pastelero cobra 2 € por cada tableta y ha calculado que el coste diario que le supone el tener almacenada en forma adecuada una tableta es de 0.01 €.

Por otro lado, y considerando la importancia que tiene para él la venta de tabletas de chocolate, se plantea como objetivo reducir al máximo la posibilidad de ruptura, ofreciendo una calidad de servicio del 95 %.

a) ¿Qué política concreta de gestión de pedidos se le puede aconsejar? ¿Cuáles son los valores de las variables de decisión de dicha política?

b) Si deseara incrementar el nivel de calidad a un 99.5 %, ¿Cuál sería la nueva política de pedidos? ¿Qué incremento de coste supone este incremento en el nivel de calidad ofrecido?

INVENTARIO DE 2 ARTICULOS

Un almacenero gestiona dos artículos A1 y A2, cuyas demandas se producen de manera regular y constante y cuyos valores anuales totales son respectivamente N_1 y N_2. Los respectivos costes unitarios anuales de almacenamiento son CS1 y CS2.

Un acuerdo con el suministrador de estos artículos establece que:

a) Los pedidos de reaprovisionamiento serán simultáneos.

b) Cada pedido global de los dos artículos tendrá un coste de pedido CL.

c) El pedido global no superará las 4000 unidades y constará de al menos 1200 unidades de A1 y no menos de 1000 unidades A2.

Elaborar un modelo de optimización que minimice el coste de gestión y plantear las condiciones necesarias de óptimo para una solución.

La demanda diaria de un artículo es constante y uniforme a lo largo del año. Dicha demanda asciende a un valor de 27000 unidades. El coste anual unitario de almacenamiento asciende a 10 € y el de pedido o lanzamiento tiene una componente fija de 540 € y otra variable que depende del tamaño del lote de pedido. La componente variable del coste de pedido se debe principalmente al transporte. El coste unitario de transporte tiene la siguiente expresión $30/\sqrt{n}$ €.

Se pide:

a) Establecer la función que proporciona el coste de la gestión cuando el tamaño del lote de pedido es de n unidades.
b) Obtener la ecuación que proporciona el tamaño óptimo del lote de pedido. Si es posible, calcularlo y comprobad si el óptimo es 2664.
c) Indicar la relación entre el tamaño óptimo de lote que se obtendría con la ecuación del apartado b) y el que se obtendría si el transporte del pedido corre a cargo del proveedor
d) Si el tamaño del lote de pedido no puede ser superior a 1.500 unidades, ¿sería n óptimo para un valor de 1.500? Razona la respuesta

Si existe un descuento por cantidad de 0.01 € por unidad para lotes de pedido superiores o iguales a 3000 unidades. Repetir los apartados a y b

La llegada de clientes a un centro de servicio que tiene un único servidor sigue una ley poissoniana cuya intensidad λ es una variable aleatoria de función de densidad

La intensidad de la fuente cambia de un día para otro durante los 365 días del año y cada día actúa durante un tiempo T_λ, también aleatorio, que depende de la intensidad λ que ese día tenga la fuente y que tiene por función de distribución

La duración del servicio es exponencial con una tasa de servicio de 5 clientes/hora y el centro funciona cada día hasta que todos los clientes que llegan desde la fuente son atendidos.

Describir las etapas de una simulación que permita estimar

a) El número medio de clientes que llegan diariamente al centro de servicio.
b) El tiempo medio de espera de un cliente.

Un juego consiste en dos ruedas, R1 y R2. La rueda R1 tiene un sector de 240 grados con un pequeño cartel que dice R1 y otro sector de 120 grados con otro cartel en el que aparece escrito R2. Por su parte R2 está dividida en dos sectores de 90 y 270 grados en los que hay sendos carteles en los que aparece escrito respectivamente R1 y R2.

El juego comienza eligiendo al azar y con igual probabilidad una cualquiera de las dos ruedas. Si sale R1 entonces hay un premio aleatorio cuyo valor está distribuido según la función de distribución

$$F(x) = \frac{x + \sqrt{x} - 12}{8},\ 9 \leq x \leq 16$$

Si la rueda que ha salido es R2 entonces el premio aleatorio recibido sigue una distribución con función de densidad

$$f(x) = \frac{4}{\ln 4}\,\frac{x}{x^2 + 16},\ 0 \leq x \leq 16$$

Una vez que haya sido elegida al azar una de las ruedas, dicha rueda es girada, como si fuera una rifa, y el sector en el que quede atrapado el puntero de la rueda indica que rueda es elegida a continuación para recibir el nuevo premio. Así hasta que 10 premios hayan sido otorgados.

Estimar mediante simulación el premio medio recibido por cada giro de rueda. Utilizar a tal efecto, tomándolos de izquierda a derecha y línea a línea, la siguiente lista de números aleatorios.

35 62 04 58 71 96 23 43 87 19 28 66 80 01 15 94 77

52 39 25 49 60 83 08 24 72 86 63 19 98 57 21 05 36

Se define la disponibilidad media de un equipo

$$\overline{dis} = \frac{\overline{t}_f}{\overline{t}_f + \overline{t}_r}$$

donde $\overline{t}_f$ es el tiempo medio de funcionamiento entre fallos y $\overline{t}_r$ es el tiempo medio de reparación.

La función de distribución del tiempo entre fallos de un equipo viene dada por

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{(t-2)^2}{5}}, \quad t \geq 2$$

y el tiempo de reparación tiene como función de densidad

$$f(t) = \frac{1}{4\sqrt{t-1}}, \quad 1 \leq t \leq 5$$

Diseñar un modelo de simulación, indicando las etapas del mismo, que permita obtener una estimación de la disponibilidad media de este equipo, empleando para el tiempo de funcionamiento la secuencia de números aleatorios

0.43	0.40	0.12	0.67	0.25	0.75	0.58	0.97	0.41	0.91
0.17	0.24	0.45	0.23	0.60	0.86	0.06	0.31	0.84	0.93

y para el tiempo de reparación

0.38	0.67	0.30	0.33	0.09	0.10	0.44	0.37	0.24	0.92	0.80	0.12
0.59	0.29	0.50	0.31	0.95	0.67	0.58	0.98	0.40	0.05	0.27	0.73

Nota: Se puede utilizar cualquier procedimiento de obtención de valores simulados, pero han de ser distintos

Describir un modelo de simulación que permita obtener la duración del ciclo de operación de una máquina (tiempo medio de funcionamiento + tiempo medio de espera para ser reparada o mantenida + tiempo medio de reparación) para la que:

a) El tiempo medio de funcionamiento ininterrumpido T_a, medido en minutos, sigue la distribución

$$F(t) = P(T_a \leq t) = 1 - e^{-\frac{t-10}{20}} \text{ , } t \geq 10$$

b) El tiempo de espera para ser reparada, también aleatorio, tiene por función de densidad

$$f(t) = \begin{cases} \dfrac{t-10}{5}, 10 \leq t \leq 15 \\ \dfrac{20-t}{5}, 15 \leq t \leq 20 \\ 0 \text{ , en otros puntos} \end{cases}$$

c) Su tiempo de reaparación sigue una ley normal con una media de 20 minutos y una desviación típica de 4 minutos

Una máquina produce unidades de un cierto artículo. El tiempo, medido en horas, que invierte en procesar n artículos sigue una ley $G\left(n, \lambda = 2\right)$. La máquina sufre averías tras procesar un número aleatorio K de piezas, cuya distribución es

$$p_r = P(K = r) = 0.1 \times (0.9)^r \ , \ r = 1,2,3,....$$

Esta avería requiere una reparación, que se comienza de forma inmediata, cuya duración, en minutos, tiene por función de densidad

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{x-20}{10} \ , \ 20 \leq x \leq 30 \\ \dfrac{40-x}{10} \ , \ 30 \leq x \leq 40 \\ 0 \ , \ \text{en otros puntos} \end{cases}$$

La disponibilidad de la máquina se define como el cociente entre el tiempo continuado de funcionamiento y la suma de este tiempo más el tiempo medio de reparación.

a) Establecer un modelo de simulación que permita estimar la disponibilidad media de la máquina

b) Aplicar dicho modelo con las fuentes de números aleatorios F1, F2 y F3 adjuntas, donde F1 alimentará valores simulados de K, F2 lo hará para simular tiempos de funcionamiento y F3 para valores simulados del tiempo de reparación.

c) Elaborar un modelo GPSS que realice dicha simulación.

Una persona participa en el siguiente juego.

Se trata de dos urnas, una roja con 1 bola blanca y otra roja, y otra blanca conteniendo 3 bolas rojas y 1 blanca. El contenido de cada urna es conocido por el jugador.

En una primera fase, el jugador comienza seleccionando una urna. Si selecciona la roja paga 50 €; si selecciona la blanca, paga 25 €.

De la urna seleccionada se saca una bola al azar. Si el color de la bola es distinto al de la urna gana 100 € y el juego finaliza para él. Si el color de la bola extraída coincide con el de la urna seleccionada puede optar por retirarse, con un premio de 200 € en el caso de la urna roja y de 250 € en el caso de la blanca, o puede también continuar en una segunda fase.

En esta segunda fase tiene que seleccionar la urna no seleccionada en la primera, pagando por ella el doble de lo que costaba en fase inicial. De esta segunda urna se saca otra bola al azar. Si el color de la bola es distinto al de la urna pierde otros 100 €. Si el color de la bola extraída coincide con el de la urna seleccionada gana 400 €. En todo caso, el juego finaliza.

Se pide:

a) Dibujar y evaluar el árbol de decisión asociado a este juego.
b) ¿Cuál es la estrategia recomendada?
c) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar el jugador por saber cual es el color de la bola extraída de la primera urna seleccionada?.

Un taller está especializado en la reparación de un tipo determinado de máquinas. Las máquinas averiadas llegan al taller según una distribución poissoniana de intensidad 2 máquinas por hora.

La reparación la lleva a cabo un mecánico que invierte en la reparación un tiempo aleatorio con distribución exponencial de media 15 minutos. Cuando en el taller hay cuatro máquinas, un segundo mecánico, de similar capacidad, se incorpora a la tarea de reparación, abandonándola cuando el número de máquinas en taller vuelve a ser inferior a 4. Si el número de máquinas en el taller supera el número de 6, se incorporan tantos mecánicos como máquinas haya y esta igualdad entre el número de máquinas y mecánicos se conserva hasta que, de nuevo haya menos de cuatro máquinas en el taller.

Se pide:

a) Variable de estado de este sistema
b) Diagrama de estados del sistema.
c) ¿Por qué este sistema tiene fase estacionaria?
d) Ecuaciones y probabilidades de los estados de la fase estacionaria del sistema.
e) Calcular el valor de las siguientes características de ejecución del sistema
   1. Tiempo de desocupación del mecánico principal
   2. Número medio de máquinas esperando ser reparadas.
   3. Tiempo medio de espera de una máquina.