PROBLEMARIO

I – Un banco tiene 4 cajeros. Sus clientes llegan con una tasa exponencial de 60 por hora. Un cliente es atendido de inmediato si el cajero está desocupado. Si no es así, quien llega se forma en una cola única para todos los cajeros. Si al llegar ve que la cola es demasiado larga, puede decidir irse enseguida (declinar). La probabilidad de que un cliente decline se muestra en la siguiente tabla.

Longitud de la cola (q)	*Prob. de declinar*
$6 \leq q \leq 8$	0.20
$9 \leq q \leq 10$	0.40
$11 \leq q \leq 14$	0.60
$q \geq 15$	0.80

Si un cliente se forma, suponemos que estará en el sistema hasta que se le atienda. Cada cajero atiende con la misma rapidez. Los tiempos de servicio se distribuyen de modo uniforme en [3,5]. Construya un modelo de simulación para determinar las siguientes medidas de desempeño del sistema:

(a) El tiempo esperado que un cliente pasa en el sistema.
(b) El porcentaje de clientes que declinan.
(c) El porcentaje de tiempo desocupado de cada cajero.

II – ¿Cuál es el diagnóstico del sistema anterior, si se construye un modelo que considere colas individuales para cada cajero?. ¿Mejora o empeora el desempeño del sistema?.

III – Considere el diseño de un "administrador de colas virtual" (disciplina de la cola) para mejorar el desempeño del sistema y compare los resultados con aquellos obtenidos en los casos I y II.

IV – Un sistema necesita que *n* máquinas estén funcionando. Para evitar las descomposturas, se dispone de algunas máquinas como repuestos. Siempre que una máquina se descompone, de inmediato se reemplaza por un repuesto y se envía al taller, en el cual una sola persona repara las máquinas, una por una. Una vez reparada una máquina, queda disponible como repuesto para cuando surja la necesidad. Todos los tiempos de reparación son variables aleatorias independientes con una función de distribución (acumulada) común *G*. Cada vez que una máquina comienza a trabajar, el tiempo que funciona hasta descomponerse es una variable aleatoria, independiente de las anteriores, con función de distribución (acumulada) *F*. El sistema "falla" cuando una máquina se descompone y no hay repuestos. Si al principio hay $n+s$ máquinas en buen estado, de las cuales n se ponen a trabajar y s quedan como repuestos, estamos interesados en simular el sistema para aproximar $E(T)$, donde T es el tiempo de falla. Construya un modelo de simulación para estimar el tiempo de falla con $n = 4$, $s = 3$, $F(x) = 1 - e^{-x}$ y $G(x) = 1 - e^{-2x}$.

V – Los buques tanque llegan a un puerto petrolero con la distribución de tiempos entre llegadas que se ve en la siguiente tabla.

Tiempos entre llegadas (días)	*Probabilidad*
1	0.20
2	0.25
3	0.35
4	0.15
5	0.05

El puerto tiene dos terminales, A y B. El terminal B es más moderno y, por lo tanto, más eficaz que el terminal A. El tiempo para descargar un buque tanque depende de la capacidad de éste. Un súper buque tanque necesita 4 días para descargar en el terminal A y 3 días en el terminal B. Un buque tanque de tamaño mediano necesita 3 días en el terminal A y 2 días en el terminal B. Los buques tanque pequeños se descargan en 2 días en el terminal A y en 1 día en el terminal B. Los buques tanque que llegan se forman en una sola cola en el puerto hasta que se desocupa un terminal para descarga. El servicio se da sobre la base FIFO (primero que llega, primero que sale). El tipo de buque tanque y la frecuencia con la que llegan a este puerto se presentan en la distribución de la siguiente tabla.

Tipo de buque tanque	*Probabilidad*
Superbuque tanque	0.40
Superbuque tanque mediano	0.35
Superbuque tanque pequeño	0.25

Elabore un modelo de simulación para este puerto. Calcule medidas estadísticas como, por ejemplo, el número promedio de buques tanque en el puerto, número promedio de días que pasa un buque tanque en el puerto y porcentaje de tiempo desocupado para cada uno de los terminales.

VI – Considere una línea del Metro con diez (10) estaciones, incluyendo las terminales. Se dispone de los siguientes datos:

- El tiempo de recorrido (en segundos) entre una estación y la siguiente viene dado por:

  $$Tint = 100[1 + 0{,}1\ log(Npas)]$$

  donde *Npas* representa el número de pasajeros a bordo del tren entre las estaciones consideradas.
- El tiempo total de desembarque y embarque de pasajeros (en segundos) viene dado por:

  $$Tde = 20[1 + 0{,}1\ log(Ndes + Nemb)]$$

  donde *Ndes* + *Nemb* representan el número de pasajeros que desembarcan y embarcan en la estación considerada.

- La tabla adjunta muestra 200 valores correspondientes a *Nemb* en una estación cualquiera. Se asume que todas las estaciones se rigen por el mismo comportamiento en lo que se refiere a *Nemb*.
- La función de masa de probabilidad del número de estaciones recorridas por los pasajeros para cada una de las primeras nueve estaciones de la línea es *bin(n,p)* con *n*=8,7,...,1 y *p*=0.5, es decir, *bin(8,0.5), bin(7,0.5), ..., bin(1,0.5)=Ber(0.5)* y si hay gente en la penúltima estación, obligatoriamente los pasajeros restantes descienden en la estación terminal.

Desarrolle un programa de simulación que permita estimar:

a) El tiempo total del recorrido.
b) El número de pasajeros promedio a bordo del tren.
c) El número máximo de pasajeros embarcados.

127	162	179	75	223	186	124	45	100	171
235	176	130	159	117	100	92	68	242	122
184	84	240	319	61	78	20	141	202	213
204	360	169	206	326	210	335	233	102	243
135	310	138	95	216	99	346	220	191	230
219	225	271	270	110	305	157	128	163	90
148	70	40	80	105	159	141	150	164	200
213	195	134	141	107	177	109	48	145	114
400	212	258	198	229	175	199	177	194	185
303	335	310	104	374	190	211	160	138	227
122	230	97	166	232	187	212	125	119	90
286	310	115	277	189	159	266	170	28	141
155	309	152	122	262	111	254	124	138	190
136	110	396	96	86	111	81	226	50	134
131	120	112	140	280	145	208	333	250	221
318	120	72	166	194	87	94	170	65	190
359	312	205	77	197	359	174	140	167	181
143	99	297	92	246	211	275	224	171	290
291	220	239	126	89	66	35	26	129	234
181	180	58	40	54	123	78	319	389	121

VII – Suponga que estamos determinando el punto de reorden *R* de una política de inventario (*R,Q*). Con esta política pedimos *Q* unidades cuando el nivel de inventario disminuye a *R* o menos. La distribución de probabilidades de la demanda diaria se da en la siguiente tabla.

Demanda diaria (unidades)	*Probabilidad*
12	0.05
13	0.15
14	0.25
15	0.35
16	0.15
17	0.05

El tiempo de entrega es una variable aleatoria también y tiene la distribución de la tabla que sigue. Suponemos que la cantidad que se pide Q permanece igual a 100.

Tiempo de entrega (días)	*Probabilidad*
1	0.20
2	0.30
3	0.35
4	0.15

Nuestro interés en este caso es determinar el valor del punto de reorden R que minimice el costo total variable del inventario. Este costo variable es la suma del costo esperado de almacenamiento, el costo esperado de pedido y el costo esperado de escasez. La escasez es acumulativa. Esto es, un cliente espera hasta que se tiene el artículo. El costo de inventario se estima en 0.20 dólares por unidad por día, y se carga a las unidades en inventario al final del día. La escasez cuesta 1 dólar por cada unidad que falte. El costo de pedido es 10 dólares por pedido. Los pedidos llegan al inicio del día. Obtenga un modelo de simulación para este sistema de inventario que permita el mejor valor de R.

VIII – Un gran agencia de automóviles tiene 5 vendedores. Todos los vendedores trabajan a comisión. Esto es, se les paga un porcentaje de las ganancias generadas por los automóviles que venden. La agencia tiene 3 tipos de automóviles: de lujo, medianos y compactos. Los datos históricos muestra que las ventas semanales por agente tienen la distribución de la siguiente tabla.

No. de automóviles vendidos	*Probabilidad*
0	0.10
1	0.15
2	0.20
3	0.25
4	0.20
5	0.10

Si el automóvil vendido es compacto, al vendedor se le da una comisión de 250 dólares. Para un automóvil mediano, la comisión es de 400 ó 500 dólares, dependiendo del modelo vendido. En este caso, se pagaron 400 dólares el 40% de las veces y 500 dólares el 60% de las veces. Para un automóvil de lujo, se paga una comisión de acuerdo con tres tarifas independientes: 1000 dólares con probabilidad 0.35 (35%); 1500 dólares con probabilidad 0.40 (40%) y 2000 dólares con probabilidad 0.25 (25%). Si la distribución de los tipos vendidos es la que aparece en la siguiente tabla, ¿cuál es la comisión promedio de un vendedor en una semana?.

Tipo de automóvil vendido	*Probabilidad*
Compacto	0.40
Mediano	0.35
Lujo	0.25

IX – A un taller que tiene dos centros de trabajo, A y B, le llegan trabajos en serie, a una frecuencia exponencial de 5 por hora. Cada trabajo necesita procesarse en ambos centros, primero en A y después en B. Los trabajos que esperan ser procesados en cada centro pueden esperar en cola; la cola para el centro A tiene espacio ilimitado y la cola para el centro B solo tiene espacio para 4 trabajos. Si el espacio alcanza su capacidad no pueden salir los trabajos del centro A. En otras palabras, el centro A interrumpe su trabajo hasta que haya lugar en la cola de B. El tiempo de procesamiento de un trabajo en el centro A se distribuye de modo uniforme en el intervalo [6,10] (minutos). El tiempo de procesamiento para un trabajo en centro B se representa mediante la siguiente distribución triangular:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4}(x-1), & 1 \le x \le 3 \\ \frac{1}{4}(5-x), & 3 \le x \le 5 \end{cases}$$

Construya un modelo de simulación de este sistema, para determinar las siguientes medidas de desempeño:

1) El número esperado de trabajos en el taller en cualquier momento.
2) El porcentaje de tiempo que se para el centro A por falta de espacio en la cola del centro B.
3) El tiempo esperado de terminación de un trabajo.