

TÉCNICAS DE SIMULACIÓN
OCTUBRE 2021 – MARZO 2022
EXAMEN FINAL – RESOLUCIÓN Y CALIFICACIÓN

NOMBRE: _____
CODIGO: _____

(6 PUNTOS)

1. Un supermercado tiene dos cajas. Los clientes llegan a cada caja según una distribución Poisson de intensidad 30 por hora. Los clientes eligen las cajas al azar, creándose una cola para cada caja. El número de productos que cada cliente lleva está exponencial distribuido con una media de 15 productos. Procesar un producto en cualquier caja lleva 4 segundos según una exponencial. El supermercado labora 10 horas diarias. Determine:

- a) La cantidad de minutos de espera de un cliente por su caja.
- b) Probabilidad de encontrar al menos un usuario esperando por su caja.
- c) Número esperado de usuarios esperando por ambas cajas del supermercado.
- d) Total de horas diarias que pasan ambas cajas desocupadas, concurrentemente o no.
- e) Costo total del sistema de ambas cajas si cada empleado que labora en ellas cobra 10 dólares por hora y por cada hora que un cliente deba esperar para ser atendidos se estima una pérdida de 50 dólares.

Del problema planteado exponga lo siguiente:

1.1. Desarrollo inicial del problema, identificación del tipo de problema, parámetros y datos del sistema, verificación de condición de estabilidad (si se requiere):

Dos sistemas iguales:

PICS
 $\Lambda = 30 \text{ c/h}$
 $\mu = 60 \text{ c/h}$
1 día = 10 horas

Cumple condición de estabilidad: $\mu > \Lambda$.

1.2. Desarrollo del literal a):

$$W_n = 0,033 \text{ h/c} = 1,98 \text{ min/c.}$$

R/ 1,98 min/c.

1.3. Desarrollo del literal b):

$$P = 1 - (P_0 + P_1) = 1 - (0,5 + 0,25) = 0,25$$

R/ Probabilidad de 0,25.

1.4. Desarrollo del literal c):

$$TU = 2 * L_q = 2 * 0,5 \text{ clientes} = 1 \text{ clientes.}$$

R/ 1 clientes.

1.5. Desarrollo del literal d):

$$TT = 2 * P_0 * 10 \text{ h/d} = 2 * 0,5 * 10 \text{ h/d} = 10 \text{ h/d.}$$

R/ 10 h/d pasan desocupadas.

1.6. Desarrollo del literal e):

$$Cs = 10 \text{ \$/h}$$

$$Cte = 50 \text{ \$/h}$$

$$CT = 2 * (Cs + \text{Lambda} * Wq * Cte) = 2 * (10 \text{ \$/h} + 30 \text{ c/h} * 0,016667 \text{ h/c} * 50 \text{ \$/h}) = 70 \text{ \$/h.}$$

R/ Costo total: 70 \\$/h o 700 \\$/día.

Nota: Deberá incluir las pantallas de la aplicación informática desarrollada en el período académico para la resolución de problemas de teoría de colas.

(6 PUNTOS)

2. En una planta de fabricación en serie, existen dos tipos de piezas que llegan a las máquinas disponibles. Las piezas de tipo 1 llegan a la cola de la primera máquina según una exponencial de media 3 minutos. Las piezas de tipo 2 llegan a la cola de la segunda máquina según una exponencial de media 2 minutos. Las piezas de tipo 1 son atendidas primero por la máquina 1 y luego pasan a la máquina dos. Las piezas de tipo 2 son atendidas primero por la máquina 2 y luego van a la máquina 1. Existen 3 montacargas para trasladar las piezas de la máquina 1 a la 2 en 2 minutos y de la máquina 2 a la 1 en 3 minutos. Todas las piezas son atendidas luego por la máquina 3, para lo cual también usan algún montacargas y se demoran 1 minuto en su traslado. La atención de los montacargas es con disciplina FIFO. En todas las máquinas existentes, el tiempo medio de procesamiento de cada pieza se distribuye exponencialmente con una media de 3 minutos. Luego de que las piezas son atendidas por la máquina 3, se verifica su condición de calidad a través de un inspector que realiza la inspección entre 2 y 3 minutos según un proceso uniforme. La inspección es la última actividad que se realiza en la planta. Estadísticamente se tiene que el 90% de las piezas cumplen las condiciones de calidad. La planta de fabricación funciona 12 horas diarias. Haga la simulación en lenguaje SIMAN (según comandos vistos en clase) de un día laborable para determinar lo siguiente:

- a) Cantidad de piezas de cada tipo que cumplen las condiciones de calidad establecidas en la inspección.
- b) Tiempo promedio que pasan las piezas completamente en la planta de fabricación.
- c) Número promedio de piezas esperando en cada cola.
- d) Utilización de los recursos.

Del problema planteado exponga lo siguiente:

2.1. Modelo del sistema SIMAN:

```
BEGIN;
  CREATE: EX(1, 1): MARK(1); PIEZAS TIPO 1
  ASSIGN: A(2) = 1; TIPO DE PIEZA
  ASSIGN: A(3) = 1; DESTINO
MAQ1 QUEUE, 1;
  SEIZE: MAQUINA1;
  DELAY: EX(3, 3);
  RELEASE: MAQUINA1:NEXT(MONTA);
  CREATE: EX(2, 2): MARK(1); PIEZAS TIPO 2
  ASSIGN: A(2) = 2; TIPO DE PIEZA
  ASSIGN: A(3) = 1; DESTINO
MAQ2 QUEUE, 2;
  SEIZE: MAQUINA2;
  DELAY: EX(3, 3);
  RELEASE: MAQUINA2: NEXT(MONTA);
MAQ3 QUEUE, 3;
  SEIZE: MAQUINA3;
  DELAY: EX(3, 3);
  RELEASE: MAQUINA3: NEXT(SEGUIR);

MONTA    QUEUE, 4;
  SEIZE: MONTACARGA;
  BRANCH, 1;
```

```

IF, (A(2) .EQ. 1) .AND. (A(3) .EQ. 1), SIGUEM2:
IF, (A(2) .EQ. 2) .AND. (A(3) .EQ. 1), SIGUEM1:
ELSE, SIGUEM3;
SIGUEM2    DELAY: 2;
          RELEASE: MONTACARGA;
          ASSIGN: A(3) = 2: NEXT(MAQ2);
SIGUEM1    DELAY: 3;
          RELEASE: MONTACARGA;
          ASSIGN: A(3) = 2: NEXT(MAQ1);
SIGUEM3    DELAY: 1;
          RELEASE: MONTACARGA: NEXT(MAQ3);
SEGUIR     QUEUE, 5;
          SEIZE: INSPECTOR;
          DELAY: UN(4, 4);
          RELEASE: INSPECTOR;
          BRANCH, 1:
            WITH, 0.1, NCUMPLE:
            WITH, 0.9, CUMPLE;
CUMPLE     COUNT: A(2); LITERAL A)
NCUMPLE    TALLY: 1, INT(1): DISPOSE; LITERAL B)
END;

```

2.2. Modelo del experimento SIMAN:

```

BEGIN;
PROJECT, EXA FINAL, PROFESOR, 2/14/2022;
DISCRETE, 500, 3, 5;
RESOURCES: 1, MAQUINA1:
           2, MAQUINA2:
           3, MAQUINA3:
           4, MONTACARGA, 3:
           5, INSPECTOR;
PARAMETERS: 1, 3: 2, 2: 3, 3: 4, 2, 3;
TALLIES: 1, TPO EN PLANTA;
COUNTERS: 1, P1 CUMPLEN INSP: 2, P2 CUMPLEN INSP;
DSTAT: 1, NQ(1), COLA MAQ1:
       2, NQ(2), COLA MAQ2:
       3, NQ(3), COLA MAQ3:
       4, NQ(4), COLA MONTACARGA:
       5, NQ(5), COLA INSPECTOR:
       6, NR(1), UTIL MAQ1:
       7, NR(2), UTIL MAQ2:
       8, NR(3), UTIL MAQ3:
       9, NR(4), UTIL MONTACARGA:
       10, NR(5), UTIL INSPECTOR; LITERAL C) Y D)
REPLICATE, 1, 0, 72; CORRECTO 720 PARA EJECUTAR SE REDUCE EL TIEMPO
END;

```

2.3. Corrida de simulación SIMAN:

SIMAN IV - License #9150435
ETS DE GIJON

Summary for Replication 1 of 1

Project: EXA FINAL
Analyst: PROFESOR

Run execution date : 14/ 2/2022
Model revision date: 2/14/2022

Replication ended at time : 72.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
TPO EN PLANTA	36.791	.30761	11.977	52.080	18

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
COLA MAQ1	4.1880	.59170	.00000	8.0000	8.0000
COLA MAQ2	7.8037	.94569	.00000	24.000	24.000
COLA MAQ3	1.7833	.98608	.00000	6.0000	.00000
COLA MONTACARGA	.15506	2.7669	.00000	2.0000	.00000
COLA INSPECTOR	2.6479	1.0419	.00000	8.0000	5.0000
UTIL MAQ1	.97008	.17563	.00000	1.0000	1.0000
UTIL MAQ2	.92967	.27505	.00000	1.0000	1.0000
UTIL MAQ3	.74080	.59152	.00000	1.0000	.00000
UTIL MONTACARGA	1.5879	.64530	.00000	3.0000	1.0000
UTIL INSPECTOR	.63026	.76593	.00000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
P1 CUMPLEN INSP	6	Infinite
P2 CUMPLEN INSP	12	Infinite

Simulation run complete.

CALIFICACIÓN INDIVIDUAL

Código	Apellidos y Nombres	DI / 1	A / 1	B / 1	C / 1	D / 1	E / 1	TOTAL / 6	A (S/N) (0,5)	B (S/N) (0,5)	MS / 3	C (S/N) (0,5)	D (S/N) (0,5)	EXP / 2	CORRE PROGRAMA / 1	TOTAL / 6	TOTAL / 12
6427	BONILLA MARQUEZ JHONNATAN JAVIER	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	3,50	S	S	2,00	S	S	2,00	0,00	4,00	7,50
7010	CAIZA CUNDURI JAIRO PATRICIO	0,75	1,00	0,50	1,00	0,75	1,00	5,00	N	S	1,50	S	S	1,50	0,00	3,00	8,00
6494	CARRION CABRERA GLORIA ESTHER	0,75	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	4,75	S	S	1,50	S	S	2,00	0,00	3,50	8,25
6495	CASTILLO TENEZACA KLEVER FABIAN	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	2,75	N	S	1,00	S	S	1,00	0,00	2,00	4,75
6493	CHARIGUAMAN CUJI JEFFERSON JOSE	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	S	S	1,50	N	S	1,00	0,00	2,50	6,25
6531	CHELA PAGUAY NESTOR OSWALDO	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,75	3,00	N	S	1,50	S	N	1,00	0,00	2,50	5,50
6981	CHIMBO BRITO SARA MAGDALENA	0,50	0,00	0,00	0,50	0,50	0,25	1,75	N	N	0,50	N	N	0,00	0,00	0,50	2,25
6561	COPA BASTIDAS STALIN PAUL	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,00	N	N	1,00	N	N	0,00	0,00	1,00	4,00
6961	GUAPULEMA MONSERRATE ELVIS ABEL	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,75	N	N	0,00	N	N	0,00	0,00	0,00	0,75
6640	GUEVARA SIGCHA EDUARDO ANDRES	0,50	0,50	0,25	1,00	0,00	0,00	2,25	N	S	1,50	N	N	0,50	0,00	2,00	4,00
6597	MENDOZA GARCES ANTHONY NELSON	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	2,50	N	N	1,50	N	N	0,00	0,00	1,50	4,00
6508	NUÑEZ VILLEGAS JEAN PIERE	0,50	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	1,50	S	N	1,50	N	N	0,50	0,00	2,00	3,50
6747	PAGUAY ASQUI DENNIS ISRAEL	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	1,00	N	N	1,50	S	S	1,50	0,00	3,00	4,00
6615	SILVA ESPIN JOHN CRISTOBAL	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	5,50	S	S	1,50	S	S	1,50	0,00	3,00	8,50
6572	VILEMA SATAN CARLOS EDUARDO	0,75	1,00	0,50	1,00	0,00	0,75	4,00	S	S	1,50	S	S	1,50	0,00	3,00	7,00