

MODELADO Y SIMULACIÓN

INSTRUCCIONES

Por favor, entregue esta primera hoja de enunciado junto con el examen.

Dispone de 2 horas para realizar el examen.

Material permitido: Ninguno.

Pregunta 1 (3 puntos)

Se pretende estudiar mediante simulación el funcionamiento de la sección de una comisaría de policía dedicada a la expedición de pasaportes. A continuación, se describe el funcionamiento de dicha sección.

Los ciudadanos pueden hacer uso del sistema de *cita previa* a través de Internet o bien pueden acudir a la comisaría sin haber solicitado cita previa.

- *Llegada de ciudadanos con cita previa.* Se supone que transcurren exactamente 15 minutos entre las sucesivas llegadas de grupos de ciudadanos que han solicitado cita previa. Puesto que el horario de atención al público es de 8:00h a 20:00h, la llegada de ciudadanos con cita previa se produce en los instantes 8:00h, 8:15h, 8:30h, 8:45h, 9:00h, ..., 19:00h, 19:15h, 19:30h y 19:45h. En cada uno de estos grupos, el número de ciudadanos a los que deberá expedirse pasaporte obedece a la distribución de probabilidad siguiente:

0 personas	-	probabilidad: 0.05
1 persona	-	probabilidad: 0.15
2 personas	-	probabilidad: 0.35
3 personas	-	probabilidad: 0.45

- *Llegada de ciudadanos sin cita previa.* Los ciudadanos sin cita previa acuden a la comisaría en instantes de tiempo aleatorios. Se supone que acuden en grupos y que el intervalo de tiempo entre llegadas sucesivas está distribuido exponencialmente, con media 20 minutos. En cada uno de estos grupos, el número de ciudadanos a los que deberá expedirse pasaporte obedece a la distribución de probabilidad siguiente:

1 persona	-	probabilidad: 0.50
2 personas	-	probabilidad: 0.30
3 personas	-	probabilidad: 0.15
4 personas	-	probabilidad: 0.04
5 personas	-	probabilidad: 0.01

Una vez en la sección de expedición de pasaportes, los ciudadanos esperan en una única cola con disciplina FIFO a que llegue su turno. No se realiza distinción alguna entre los ciudadanos que tenían cita previa y los que no. Es decir, los ciudadanos son atendidos en riguroso orden en llegada con independencia de que hayan solicitado o no cita previa.

Los pasaportes son expedidos por los funcionarios que trabajan en la comisaría. Cada funcionario trabaja independientemente de los demás, atendiendo a los ciudadanos de uno en uno de la forma siguiente: comienza a atender a un ciudadano, realiza el proceso completo de expedición del pasaporte de ese ciudadano y, una vez concluido dicho proceso, el ciudadano abandona la comisaría, quedando el funcionario en disposición de atender a un nuevo ciudadano (al situado en primera posición en la cola) o quedando libre (si la cola está vacía).

El tiempo necesario para la expedición del pasaporte está distribuido de manera triangular, con rango [10, 18] minutos y moda 15 minutos.

Como se ha indicado anteriormente, el horario de atención al público es de 8:00h a 20:00h. El número de funcionarios encargados de la realización de pasaportes varía en función de la hora del día, según se indica en la tabla mostrada a continuación.

Horario	Número de funcionarios
8:00h a 10:00h	4
10:00h a 14:00h	8
14:00h a 16:00h	4
16:00h a 18:00h	8
18:00h a 20:00h	4

El objetivo del estudio es doble. Por una parte, analizar el tiempo medio de espera de los ciudadanos en la cola. Por otra, analizar la utilización y la utilización planificada de los funcionarios. Para ello, se realizarán 100 réplicas independientes de la simulación, cada una de las cuales tendrá una duración de 12 horas.

Por favor, describa *detalladamente* cómo realizaría el modelo del sistema anterior usando Arena. En particular, dibuje el diagrama de módulos e indique qué parámetros del comportamiento del sistema deben definirse en cada módulo.

Pregunta 2 (2 puntos)

- 2.a) (1 punto) Explique de manera razonada si alguno de los dos procesos de llegada de ciudadanos (con cita previa y sin cita previa) descritos en la Pregunta 1 es un *proceso de Poisson compuesto*.
- 2.b) (1 punto) Explique de manera razonada cómo simular el *proceso de llegada de los ciudadanos sin cita previa* descrito en la Pregunta 1. Es decir, cómo obtener los instantes de llegada y el número de ciudadanos que llega en cada uno de ellos.

Pregunta 3 (2 puntos)

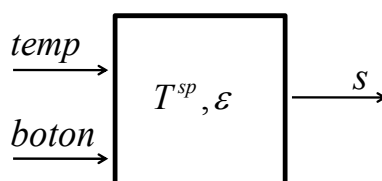
Explique detalladamente en qué consiste cada uno de los dos diseños experimentales siguientes, ponga un ejemplo en cada caso basándose en el sistema descrito en el enunciado de la Pregunta 1 (sección de una comisaría dedicada a la expedición de pasaportes) e indique cómo analizaría en cada caso los efectos principales.

- 3.a) (1 punto) Diseño factorial 2^3 .
- 3.b) (1 punto) Diseño factorial fraccional 2^{4-1} .

Pregunta 4 (3 puntos)

Describa, empleando el formalismo DEVS clásico, el modelo del sistema climatizador descrito a continuación. La finalidad del sistema es calentar o enfriar una habitación, según sea necesario, de modo que la temperatura de la habitación se mantenga próxima a cierto valor de consigna, T^{sp} .

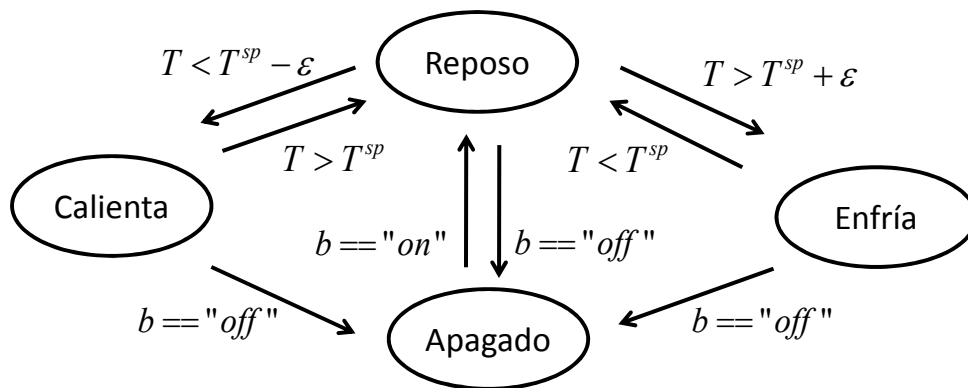
La interfaz del sistema se muestra en la figura. Está compuesta por dos puertos de entrada (*temp*, *boton*) y un puerto de salida (*s*). Tal como se explicará más adelante, el valor de los parámetros T^{sp} y ε influye en que el climatizador funcione como calefactor, como refrigerador o esté en reposo.



Los eventos de entrada llegan al sistema de uno en uno, es decir, no hay eventos de entrada simultáneos.

- Al puerto *temp* llegan eventos cuyo valor es la temperatura actual de la habitación. Estos eventos pueden tomar valores reales positivos.
- Al puerto *boton* llegan eventos con valor "on" u "off", que representan que el usuario ha apretado el botón de encendido o apagado del climatizador, respectivamente.
- Los eventos transmitidos a través del puerto de salida *s* pueden tener tres posibles valores: $\{-1, 0, 1\}$.

El sistema puede encontrarse en las cuatro fases siguientes: Apagado, Reposo, Calienta, Enfría. Las condiciones de transición de una fase a otra se muestran en la figura, donde T y b representan el valor del evento recibido en el puerto *temp* y *boton*, respectivamente. De satisfacerse la condición de transición, ésta se produce en el instante en que se recibe el evento de entrada.



Se genera un evento de salida a través del puerto *s* en el instante en que se produce un cambio en la fase del sistema. El valor del evento depende de la nueva fase:

Nueva fase	Valor del evento
Calienta	1
Enfría	-1
Reposo	0
Apagado	0

Puede realizar las hipótesis adicionales que estime oportunas, siempre que estén en consonancia con la descripción anterior del sistema.