

MODELADO Y SIMULACIÓN

INSTRUCCIONES

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 una cadena de producción dedicada a la diagnosis de celdas de ion litio. El funcionamiento es descrito a continuación.

Las celdas se reciben de dos maneras independientes: individualmente y en cajas.

- El intervalo de tiempo que transcurre entre la recepción de dos celdas individuales está distribuido exponencialmente, con media 1 minuto.
- Se recibe una caja, que contiene 10 celdas, cada 15 minutos.

Las celdas son primeramente inspeccionadas. Cuando se recibe una caja, es inmediatamente abierta y las celdas que contiene son puestas en cola del proceso de inspección. Cuando se recibe una celda individual, es inmediatamente puesta en cola del proceso de inspección.

El proceso de inspección lo realiza una máquina, que inspecciona las celdas una a una. El tiempo que tarda la máquina en inspeccionar una celda es una observación independiente de una distribución uniforme, con rango $[5, 10]$ segundos. Como resultado de la inspección, la maquina decide si la celda debe desecharse, enviarse a desbastado o enviarse a test eléctrico. Se estima que estas opciones suceden con probabilidad 0.15, 0.5 y 0.35 respectivamente. Las celdas desechadas abandonan el sistema. Las celdas que deben ser desbastadas se ponen en cola del proceso de desbastado. Las restantes se ponen en cola del proceso de test eléctrico.

El proceso de desbastado es realizado por 4 máquinas, que trabajan independientemente entre sí y frente a las cuales se forma una única cola FIFO. El tiempo necesario para desbastar una celda está distribuido de manera normal, con media 60 segundos y desviación estándar 5 segundos. Una vez la celda ha sido desbastada, es puesta en cola del proceso de test eléctrico.

El test eléctrico es realizado por 15 máquinas, que trabajan independientemente entre sí. Frente a las máquinas se forma una única cola FIFO, en la que esperan indistintamente las celdas enviadas de inspección y de desbastado. El tiempo necesario para realizar el test eléctrico a una celda es una observación independiente de una distribución triangular con rango $[10, 30]$ minutos y valor más probable 25 minutos.

En función de su comportamiento en el test eléctrico, cada celda es clasificada como buena o mala. Las celdas malas abandonan inmediatamente el sistema. Las celdas buenas son puestas en cola del proceso de etiquetado. Se estima que la probabilidad de que la celda sea mala es 0.1 si ha llegado al sistema individualmente y 0.4 si ha llegado metida en una caja.

El proceso de etiquetado tiene una capacidad que podemos considerar infinita, por lo que la celda clasificada como buena comienza inmediatamente su proceso de etiquetado. El tiempo de etiquetado de cada celda es una observación independiente de una distribución uniforme con rango $[1, 2]$ minutos. Cuando finaliza su etiquetado, la celda abandona el sistema.

Se desea simular el funcionamiento ininterrumpido del sistema durante 30 días. 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 (3 puntos)

Empleando el formalismo DEVS clásico, describa el siguiente modelo de la acción del proceso de inspección de la cadena de producción descrita en la Pregunta 1.

La interfaz del modelo está compuesta por un puerto de entrada (In) y tres puertos de salida (Desbastado, Test, Desecho). En el puerto de entrada se reciben números naturales, cada uno de los cuales identifica de manera unívoca una celda.

El sistema puede encontrarse en dos fases: *libre* y *ocupado*.

- Si estando en la fase *libre* recibe un evento en el puerto de entrada, pasa a la fase *ocupado* y almacena en una variable de estado el valor recibido. Espera durante un periodo de tiempo, cuya duración es una observación independiente de una distribución de probabilidad uniforme con rango $[5, 10]$ segundos, y seguidamente envía el valor recibido a través de uno de los puertos de salida: con probabilidad 0.15 a través del puerto Desecho, con probabilidad 0.5 a través del puerto Desbastado y con probabilidad 0.35 a través del puerto Test. A continuación, pasa a la fase *libre*.
- Mientras está en la fase *ocupado*, ignora los eventos de entrada.

Puede realizar todas las hipótesis adicionales que desee acerca del funcionamiento del modelo, siempre y cuando no estén en contradicción con las especificaciones anteriores.

Pregunta 3 (2 puntos)

- 3.a** (1 punto) ¿Cómo se construye una función de probabilidad acumulada empírica a partir de un conjunto x_1, \dots, x_n de observaciones independientes de una variable aleatoria X ?
- 3.b** (1 punto) ¿Cómo se compara la función de probabilidad acumulada empírica de un conjunto de datos experimentales con una distribución teórica, empleando una gráfica cuantil-cuantil?

Pregunta 4 (2 puntos)

- 4.a** (1 punto) Explique en qué consiste el método de la transformación inversa para generar observaciones de una variable aleatoria continua. Ponga un ejemplo.
- 4.b** (1 punto) Explique en qué consiste el método de la transformación inversa para generar observaciones de una variable aleatoria discreta. Ponga un ejemplo.