

Reporte - Sistema con operarios - A Repair problem

Integrantes

- Ebner Lautaro
- Molina Franco

Introduccion

Presentacion del problema

En este informe, abordamos la simulación de un modelo de reparación para un pequeño supermercado que cuenta con N cajas registradoras en servicio y un conjunto de S máquinas de repuesto. Las cajas registradoras son susceptibles a fallos y requieren reparación. El objetivo de este estudio es determinar el tiempo medio y la desviación estándar del tiempo hasta que el supermercado deje de ser operativo, es decir, cuando hay más de S cajas registradoras en reparación o defectuosas.

Para poder estudiar este problema, simularemos dos casos muy distinguidos:

1. **Simulación con un operario:** Aquí, modelamos el proceso de fallo y reparación de las cajas registradoras utilizando un operario. El operario repara una máquina a la vez, y los tiempos de fallo y reparación se modelan como variables aleatorias exponenciales con parámetros T_F (tiempo medio hasta fallar) y T_R (tiempo medio de reparación), respectivamente.
2. **Simulación con dos operarios:** En esta segunda parte, extendemos el modelo anterior para incluir dos operarios que trabajan en paralelo entre ellos. Cada operario puede reparar una máquina a la vez, lo que potencialmente reduce el tiempo total de reparación y aumenta el tiempo medio hasta el fallo del sistema.

Procedimiento de Simulación

Para simular el modelo de reparación de las cajas registradoras, seguimos estos pasos:

1. **Definición de parámetros:**
 - N : Número de cajas registradoras en servicio.
 - S : Número de máquinas de repuesto.
 - T_F : Tiempo medio hasta que una caja registradora falla.
 - T_R : Tiempo medio de reparación de una caja registradora.
2. **Generación de tiempos de fallo y reparación:**
 - Utilizamos la distribución exponencial para modelar los tiempos de fallo y reparación.
 - El tiempo hasta que una caja registradora falla se genera como una variable aleatoria exponencial con media T_F .
 - El tiempo de reparación de una caja se genera como una variable aleatoria exponencial con media T_R .
3. **Simulación del proceso:**
 - Iniciamos con todas las cajas registradoras en funcionamiento.
 - Registramos los tiempos de fallo y reparamos las cajas de acuerdo con la disponibilidad del operario o de los dos operarios.
 - Mantenemos un registro de cuántas cajas están en reparación o defectuosas y cuántas están operativas en cada momento.

- La simulación se detiene cuando el número de cajas operativas cae por debajo de N , es decir, cuando más de S cajas están en reparación o defectuosas.

4. Cálculo del tiempo medio y la desviación estándar:

- Repetimos la simulación múltiples veces para obtener una distribución del tiempo hasta el fallo del sistema.
- Calculamos el tiempo medio y la desviación estándar de esta distribución.

Este enfoque nos permitirá no solo entender el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones, sino también tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar la operatividad del supermercado.

Algoritmo y descripción de las variables

Como ya mencionamos antes, los parámetros de la simulación utilizados fueron:

- N : Número de cajas registradoras en servicio.
- S : Número de máquinas de repuesto.
- T_F : Tiempo medio hasta que una caja registradora falla.
- T_R : Tiempo medio de reparación de una caja registradora.

Y las variables utilizadas en la simulación

- t : Representa el tiempo en el que está presente la simulación.
- cant_defectuosas : En todo momento es la cantidad de máquinas defectuosas que pueden o no estar siendo reparadas.
- $t_reparacion$: Es una lista con los próximos tiempos en los que será reparada una máquina.
- fallos : Es una lista con los próximos tiempos en los que se romperá una máquina.

A continuación daremos una simple explicación del algoritmo planteado.

Inicialización de tiempos de reparación y fallos de máquinas

Inicializamos los tiempos de reparaciones en infinito, simbolizamos con esto que no se está reparando ninguna máquina. De manera similar, inicializamos generamos N tiempos de falla para las máquinas y los ordenamos de menor a mayor.

Bucle principal de la simulación

Una vez completada la inicialización, nos preguntamos cuál es el próximo evento, es decir, si el próximo evento es un **fallo de una máquina** o una **finalización de una reparación**. Realizamos esto hasta que el supermercado deje de ser operativo.

El próximo evento es un fallo de una máquina

En este caso, realizamos las siguientes actualizaciones o procedimientos:

- Adelantamos el tiempo de la simulación a el tiempo del evento y actualizamos la cantidad de máquinas defectuosas.
- Si no se está reparando una máquina, empezamos a repararla
- Luego del fallo de la máquina, el estado del supermercado puede seguir siendo operativo (*sigue habiendo máquinas de repuesto*) o dejar de serlo (*no hay más máquinas de repuesto*).

El próximo evento es una reparación de una máquina

En este caso realizamos los siguientes cambios:

- Adelantamos el tiempo de la simulación a el tiempo del evento y actualizamos la cantidad de máquinas defectuosas.

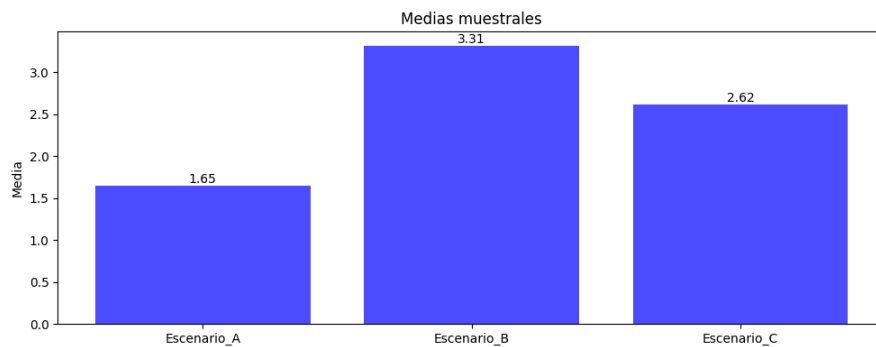
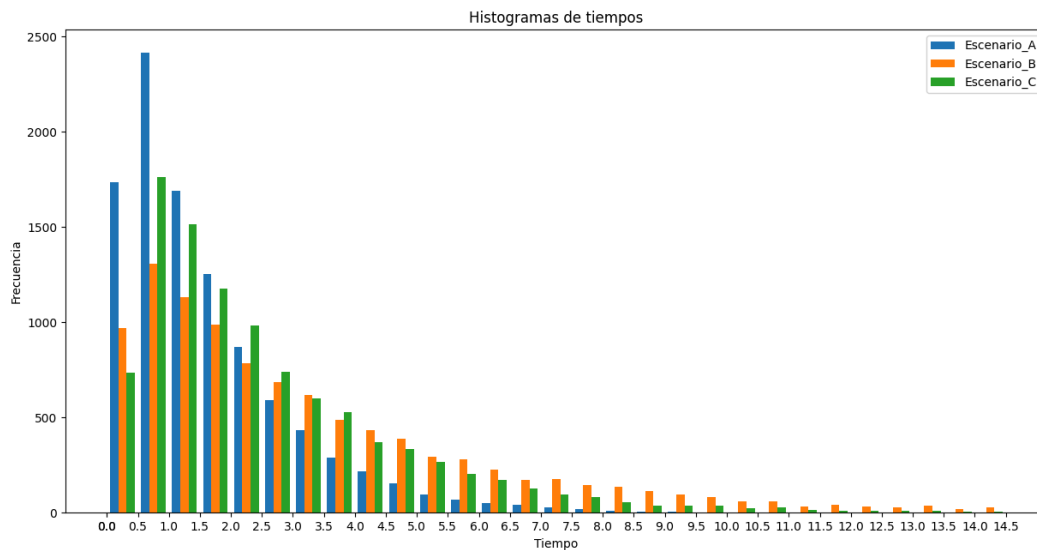
- Luego, nos fijamos si tenemos alguna maquina "esperando" a ser reparada, si este fuese el caso, empezamos a repararla actualizando el tiempo de reparacion, caso contrario, re-definimos el tiempo de reparacion como infinito.

Presentacion de resultados

Con los algoritmos adjuntados realizamos simulaciones, correspondientes a:

- **Escenario A:** Supermercado con 7 cajas registradoras, 3 de repuesto y 1 operario
- **Escenario B:** Supermercado con 7 cajas registradoras, 3 de repuesto y 2 operario
- **Escenario C:** Supermercado con 7 cajas registradoras, 4 de repuesto y 1 operario

En todos los casos, el operario se tarda en promedio $1/8$ de mes en reparar una maquina, y las maquinas se rompen en promedio cada 1 mes. A continuacion, mostramos los datos obtenidos en histogramas:



Conclusiones

Al ver los tres resultados podemos ponernos en la piel de un gerente de dicho establecimiento y teniendo en cuenta que la situación actual del supermercado es el escenario A, nos proponemos tomar decisiones sobre que sería más conveniente, agregar una caja registradora de repuesto o contratar a otro operario.

En el Escenario B nos planteamos la contratación de un nuevo operario. Según nuestras simulaciones podemos notar que en promedio pasamos de tener un promedio de tiempo de operatividad de **1.65** a **3.31** meses. Esto en promedio alarga mucho más la duración en la que el supermercado está operativo pero tenemos que tener en cuenta que la desviación estándar pasa de **1.41** a **3.15**, lo que nos dice que los valores o resultados de las simulaciones son muy variados y poco seguros.

Por otro lado, en el Escenario C nos planteamos la compra de otra máquina de repuesto, manteniendo un operario. A través de las simulaciones, obtenemos que en tanto a el promedio de tiempo de operatividad tenemos una mejora de **1.65** a **2.62**. Notamos que la mejora no es tan grande como la del Escenario B, pero en su defensa podemos ver que su desviación estándar empeora de **1.41** a **2.27** en relación a la del escenario A. Esta desviación es mejor que la del Escenario B por lo que la simulación es más confiable.

En conclusión, tomar la decisión de contratar otro operario es considerablemente mejor en términos promedio de tiempo de operatividad del supermercado, pero debido a que esto implica agregar otra variable a nuestra simulación, incrementa la desviación estándar por lo que los distintos resultados posibles son más dispersos.

Personalmente consideramos que la opción B es mejor a pesar del riesgo que implica.