

**Trabajo práctico N° 01**

1. **Cajero automático:** Modelar y simular el uso de un cajero automático. Arriba 1 persona cada  $60 \pm 30$  segundos. Luego demoran  $10 \pm 5$  segundos en llegar al cajero automático. Si el mismo está desocupado, lo utilizan durante  $65 \pm 25$  segundos. Si no, forma una fila con riguroso orden de llegada. Finalmente demoran  $11 \pm 7$  segundos en salir del sistema.

[Ayuda: utilizar los módulos **Generate**, **Advance**, **FacilityUse** y **Terminate**]

- a. Simular 300 personas que hayan utilizado el cajero y analizar:
  - i. Tiempo transcurrido.
  - ii. Cantidad de personas en fila de espera al finalizar la simulación.
  - iii. Cantidad máxima de personas que estuvieron en cola.
  - iv. Tiempo promedio de espera de las personas en cola.
- b. Vuelva a realizar la simulación (clear)
  - i. ¿Dieron exactamente los mismos resultados? ¿Por qué?
  - ii. ¿Puede obtener las mismas conclusiones?
- c. Simular 6 horas.

[Ayuda: utilizar el módulo **Clock**. No se olvide de modificar la propiedad "unidades" del módulo **Terminate** para que no interfieran con el fin de la simulación]

  - i. Basado en los resultados de ambas simulaciones, ¿Detecta algún problema en el sistema?
  - ii. Sin resetear la simulación, simule una hora más. Observe los resultados y luego vuelva a simular otra hora. (En total el clock, del simulador, debería marcar 8 horas)
  - iii. ¿Qué relación encuentra entre la cantidad máxima y actual de personas en cola? (si es necesario vuelva a repetir el experimento)
- d. Simular 1 hora de puesta en marcha, resetee la simulación (usar **reset**, no clear) y luego simule 5 horas.
  - i. Observe el porcentaje de utilización del recurso, y los tiempos promedio en cola (Ave.Time y Ave.Time(-0)). ¿Qué diferencia encuentra con las simulaciones anteriores? ¿Por qué existe diferencia?

2. **Cajero automático 2:** En base al sistema anterior, se quiere realizar un cambio en el menú del cajero que, en teoría, reduciría el uso habitual del mismo a  $30 \pm 10$  segundos en el 65% de los casos, sin embargo lo incrementa a  $90 \pm 45$  segundos en el 35% restante.

- a. Antes de modificar el modelo y realizar simulaciones: imagine la situación y estime si los cambios, tal como están planteados, mejorarían la situación del sistema.
- b. Modifique el modelo anterior (ejercicio 1) para que se comporte según estos cambios planteados.

[Ayuda: utilizar el módulo **Transfer** y otro **FacilityUse** que utilice la mismas entidades *facility* y *queue*]
- c. Simular 1 hora de puesta en marcha, luego 5 horas más y analizar
  - i. ¿Mejora la situación?
  - ii. ¿Recomendaría realizar el cambio en el menú del cajero automático?
  - iii. ¿Qué indicadores observa para obtener las conclusiones?
  - iv. Sin resetear la simulación simule 1 hora más, observe el reporte y vuelva a simular otra hora más. ¿Qué sucedió con la cantidad actual y máxima personas en cola? ¿Cómo se ve reflejado en el tiempo promedio de espera?

3. **Kiosco:** El sistema consiste en un kiosco que, además de atender por mostrador, tiene una ventanilla por donde son atendidos clientes que sólo quieren cargar tarjetas de colectivo. Un único empleado atiende ambas partes, dando prioridad a los clientes del mostrador por sobre “los clientes de la ventanilla”. En ambos casos los clientes forman fila de espera por orden de llegada. Cada  $90 \pm 50$  segundos entra un cliente al kiosco, se toma unos  $130 \pm 70$  segundos en decidir qué comprar y luego se dispone a ser atendido por el empleado, luego demora  $7 \pm 3$  segundos en retirarse del sistema. Cada  $120 \pm 90$  segundos arriba un cliente para cargar tarjeta de colectivo a través de la ventanilla, formando cola frente a ella. El empleado del kiosco demora  $35 \pm 10$  segundos en cobrar a un cliente y  $40 \pm 5$  segundos en cargar la tarjeta y cobrar.
- Realizar la simulación necesaria para averiguar cuánto tiempo transcurre hasta que se cargan 120 tarjetas.
  - El kiosco se encuentra a la salida de un colegio primario. A las 13 hs salen unos 500 alumnos, cada alumno tiene un 15% de probabilidad de ir al kiosco y demora  $10 \pm 8$  minutos.
    - Realice una simulación desde las 11 hs a 16 hs y averigüe cómo afecta la salida del colegio a los clientes que sólo quieren cargar tarjetas de colectivo.
    - Averigüe cuánta gente podría haber dentro del kiosco a las 14 hs. [**Ayuda:** puede utilizar los módulos **Enter**, **Leave** y **StorageDef** para representar el espacio físico del kiosco (para no limitarlo, en principio, use 1000)]
    - Obtenga el tiempo promedio de espera en cola de quienes esperan para cargar tarjetas, pero calculados desde las 14 a 15 hs.
    - Idem ítem anterior, pero desde las 13:30 a 14:30 hs [**Ayuda:** usar el **Clock** en minutos]
4. **Banco:** A un banco ingresa una persona cada  $60 \pm 10$  segundos. Al entrar se dirigen a una fila única para las cajas demorando  $5 \pm 2$  segundos en llegar. Hay tres cajas atendiendo, cada una demora  $4 \pm 2$  minutos en atender a cada persona. Luego de ser atendida, la persona, se retira del banco demorando  $7 \pm 2$  segundos en llegar a la puerta.
- Realizar el modelo para simular 5 horas e indicar el tamaño máximo de la fila de espera.
    - ¿Es suficiente la cantidad de cajas? ¿Qué indicador observa para sacar la conclusión?
    - ¿Cuál sería la cantidad de cajas óptima?
  - Modificar el modelo para agregar al banco una puerta giratoria por la que pueden entrar y salir los clientes, una persona por vez. en  $3 \pm 2$  segundos. **NOTA:** al ser giratoria puede estar entrando una persona y saliendo otra a la vez.
    - ¿Afecta este cambio al desarrollo del sistema? ¿Por qué?
  - ¿Introduciría cambios en el modelo si los clientes, en lugar de hacer cola, sacan un número por el cual son llamados para ser atendidos?
  - Agregar una mesa de informes la cual tiene un 45% de probabilidades de ser consultada por un cliente al entrar (antes de dirigirse a las cajas). La mesa de informes es atendida por una única persona que atiende a los clientes por estricto orden de llegada y las consultas demoran entre 60 y 140 segundos equiprobablemente. Al finalizar una consulta el 78% de los clientes se dirige a las cajas y el resto se retira.
    - Volver a realizar la simulación y observar cómo afecta este cambio al sistema.
  - Contemplar que aproximadamente un 15% de los clientes son VIP y tienen prioridad en la atención en las cajas.  
[**Ayuda:** utilizar el módulo **Priority** para poder modificar la prioridad de una transacción]
    - Modificar el modelo y volver a realizar la simulación de modo que se pueda conocer el tiempo promedio de espera en la fila de esperas de las cajas de los clientes VIP y los clientes comunes por separado.