

## **Introducción a ANYLOGIC**

### **Guía 1:**

#### **Ejercicios Prácticos – Simulación por Eventos Discretos**

(Guía de transición con Investigación de Operaciones II)

##### **Ejercicio 1 – Source**

Una línea de producción quiere analizar un horno continuo y quiere ver cómo reacciona frente a distintas situaciones y velocidades de la línea de producción.

- a) Las unidades llegan en un ratio de 50 por minuto y el tiempo que tardan en atravesar el horno es de 5 segundos. Calcule la cantidad de unidades que quedan dentro del mismo al entrar en régimen.
- b) Ahora las unidades llegan cada solo 50 segundos y se mantiene la velocidad dentro del horno. Calcule la cantidad de unidades que quedan dentro del mismo al entrar en régimen.
- c) Agregue la posibilidad de agregar un lote de 5 unidades que se producen en otra línea de forma arbitraria. (tip: agregar un segundo source con un botón que llame a un inject() ).

##### **Ejercicio 2 – Delay**

Se tiene un proceso de ensamble con varios operarios. La línea abastece a esta operación a un ratio de 4 unidades por minuto. Esta operación es realizada manualmente por lo que tiene diferencias considerables en los tiempos en que se logra el proceso de las piezas. En forma empírica se estableció que el tiempo es de 45 segundos por unidad generalmente, con un máximo en 50 y un mínimo en 30. Podría considerarse una distribución triangular como simplificación.

- a) ¿Cuántos operarios hacen falta para lograr sostener el ritmo de la línea?
- b) Grafique el estado del delay con un path que muestre los agentes que pasan por el proceso (Tip: consultar el elemento delay en el Help)

##### **Ejercicio 3 – Queue + delay**

Una cafetería quiere analizar la cantidad de clientes perdidos en el horario del mediodía en donde está el pico de ventas. El gerente sabe que constantemente hay personas que llegan al local con la intención de consumir pero que se terminan yendo por la espera o la cantidad de gente esperando.

Para poder ir a la gerencia zonal a pedir más personal primero quiere cuantificar cuánta es la gente que está perdiendo en promedio el local y así demostrar que el agregar una persona más es rentable para la compañía.

Durante una semana mide empíricamente los siguientes datos:

1. Durante las dos horas que más trabaja el local, las personas llegan en un ratio de 50 personas por hora.
2. El tiempo en que los clientes tardan en ser atendidos (procesamiento y entrega del pedido): Nunca menos de 5 minutos, en general 10 y como máximo 14.
3. El tiempo máximo que los clientes están dispuestos a esperar es 18 minutos.
4. Si ven más de 20 personas esperando se retiran.

**Consignas:**

- a. Realice un diagrama que describa el proceso mencionado
- b. Defina qué es lo que debe demostrarse para probar “rentabilidad”
- c. Definir cómo se calculará el KPI principal de rentabilidad, así como otros KPIs que son relevantes al problema.
- d. Realice el modelo de simulación del caso planteado
- e. Si el ticket promedio de los clientes es de \$75, cuál sería el costo máximo aceptable para contratar un cajero extra.

**Ejercicio 4 – Select**

Una empresa de correos desea modelizar sus operaciones de recepción y clasificación de correspondencia de su principal estación. En esta operación todos los paquetes recibidos son clasificados, para ser destinados finalmente a uno de los 5 centros de distribución urbanos (A, B, C, D, E). El criterio de selección del destino va en función de la demanda de los centros recibida en el último mes. Además, cada paquete puede ser procesado en la línea 1 o en la línea 2.

Los paquetes llegan a la estación con un rate de 100 paquetes por minuto. Una vez elegido el centro, es procesado mediante una operación que puede ser representada con un delay con una distribución triangular (0.5, 1, 1.5) en minutos.

Al llegar a la estación, cada paquete se asigna a una línea automáticamente mediante un software, el cual distribuye aleatoriamente la carga de trabajo a cada línea.

En caso el paquete llegue a la línea 1, un muestreo ha determinado que el centro B era elegido el 48% de las veces, un 27% de los casos se destina al centro A y si estos dos centros no eran elegidos, se destinaba por descarte al centro C.

En el caso que el paquete se esté procesando en la línea 2, se evalúan las siguientes condiciones:

- En primer lugar, si no se está procesando nada para el centro C, entonces se asigna el paquete allí.
- Luego, hay un 50% de probabilidades que sea asignado al centro D.
- Si no fue asignado al centro C o D, por descarte se asigna al centro E.

**Preguntas:**

- a) Realice el diagrama de flujos de los distintos caminos que puede tomar el paquete.
- b) Desarrolle el modelo de Anylogic que representa la estructura actual.

- c) El jefe de planta sostiene “El centro de distribución C es el más demandado, sospecho que es más del 50% del total. Por eso destino el 50% de los recursos a esa línea.” Verifique si es cierto.

### **Ejercicio 5 – Split/Combine**

Para reparar una válvula de gran calibre se deben realizar las siguientes tareas. En primera instancia, se debe separar el cuerpo de todos sus componentes internos. Esta tarea suele demorar entre 30 y 90 minutos, con un valor más probable de 60 minutos. Al cabo de esta tarea se puede dividir por un lado el cuerpo de la válvula y por otro lado los componentes internos.

Luego, los componentes internos son sometidos a una exhaustiva revisión, lo que implica una tarea de igual duración que al separar. Por normativa de calidad, se deben cambiar unos anillos internos, los cuales se deben agregar entre los componentes.

Finalmente, estos componentes internos (con sus anillos agregados), se vuelven a unir con el cuerpo de la válvula para terminar el proceso. El armado demora lo mismo que el desarme. Actualmente, el taller está recibiendo válvulas para revisión con una tasa de 1 por hora. Además, todos los procesos tienen capacidad máxima igual a 1.

- Realice un esquema del proceso
- Realice el modelo de Anylogic que representa este proceso
- Defina la tasa de abastecimiento de anillos internos para asegurar la provisión a la línea. >0.015 / min
- ¿Cuántas válvulas se podrán reparar al cabo de un día de trabajo de 8 horas? 6

### **Ejercicio 6 – Eventos**

Una fábrica textil que fabrica remeras está evaluando la opción de modificar el proceso de marcado (donde se estampa la marca) con la incorporación de una máquina automática. Desea determinar la capacidad del depósito de la entrada sabiendo que:

- El proceso tiene una duración que se puede representar como una función triangular de mínima 3 segundos, moda 6 segundos y 9 segundos de máxima.
  - El arribo de remeras es a tasa fija, exactamente cada 6 segundos.
- Diseñe el modelo que representa el proceso indicado. El arribo de remeras es determinista, utilice “eventos” para generar la llegada de la mercadería.
  - Determine cuál es el tamaño máximo de la cola de espera que servirá para determinar el tamaño del depósito de entrada a la máquina. Para ello, considere un horizonte de simulación de 1000 segundos y grafique la evolución de la cantidad de remeras esperando a ser procesadas.
  - Haciendo las pruebas de puesta a punto, descubren que por un problema del software de la máquina, a los 105 segundos la máquina bloquea la entrada de nuevas remeras y vuelve a habilitar el ingreso a los 110 segundos. ¿Genera alguna modificación a la decisión tomada en el punto B?

### **Ejercicio 7 – Collections**

El Gerente en un supermercado sabe que recibe diariamente camiones con diferente cantidad de pallets de mercaderías, siguiendo siempre la misma secuencia (los números indican la cantidad de pallets del camión que arriba): 5, 10, 11, 6, 20, 23, 9, 15, 12, 24, 8 y 10. Los camiones llegan exactamente cada 15 minutos durante las 3 horas de recepción.

Dichos pallets se descargan a un área de staging (depósito temporario) a un ritmo de triangular (0.5,1,1.5) minutos por pallet y se conoce que la capacidad de desalojo del área de staging hacia el depósito final demanda un tiempo definido por una triangular (2,4,6) minutos por pallet.

Se le pide determinar el tamaño del área de staging.

### **Ejercicio 8 – TimeMeasure**

Un consultorio tiene una tasa de servicio para la atención que puede variar entre 5 minutos como mínimo y un máximo de 60 minutos, con 30 minutos como valor más probable. Todos los pacientes esperan a ser atendidos en orden de llegada. El consultorio otorga turnos cada cierta cantidad de minutos y, a efectos de la simulación, funciona constantemente las 24hs del día. Los pacientes llegan al consultorio según esta frecuencia de turnos. Utilice los módulos Time Measure Start y Time Measure End para obtener los valores promedios que esperan los pacientes desde que llegan hasta que se van del consultorio:

- a) Defina: Función Objetivo, KPIs relevantes al problema y Variable de Control.
- b) Previo a la simulación, ¿Cómo espera que se relacione el tiempo en sistema versus la frecuencia con la que se entreguen turnos? Realice un gráfico que explique la relación entre estas dos variables.
- c) Pruebe las siguientes frecuencias de turnos en un modelo de simulación: 45 minutos, 30 minutos y 20 minutos.

### **Ejercicio 9 – Batch**

El horno de la acería recibe las piezas que salen del sector de laminado cada treinta minutos aprox y les realiza un tratamiento térmico. Para esto, los operarios cargan en un carro 5 piezas y las envían al horno, donde al cabo de un proceso de horneado salen las piezas listas para el control de calidad. El horneado puede variar según una distribución triangular de (1.5, 3, 4.5) en horas. Luego, dos operarios realizan un control de calidad pieza por pieza, demorando según una distribución de (50,60,70) en minutos. Las piezas que salen del horno se van asignando al operario que tenga menos piezas pendientes de revisión.

- a) Realice el modelo de simulación que representa las operaciones mencionadas
- b) Un estudio sobre el horno y la posibilidad de cambiar el tamaño del carro será la base para tomar medidas que mejoren la eficiencia del mismo. Defina el marco conceptual que tendrá este estudio y obtenga resultados que muestren el valor de la función objetivo según distintos valores de la variable de control.

### **Ejercicio 10 – Línea de Picking**

Una línea de picking en serie se compone de 3 repositorios, cada uno asignado a un determinado producto. Estos van completando el pedido que llega a la línea según los requerimientos de cada orden. Se sabe:

- La operación de pickeo de la estación A suele demorar un tiempo que se ajusta a una distribución triangular de mínimo 45 segundos, moda 75 y máximo 120.
- La operación de pickeo de la estación B suele demorar un tiempo que se ajusta a una distribución triangular de mínimo 30 segundos, moda 35 y máximo 55.
- La operación de pickeo de la estación C suele demorar un tiempo que se ajusta a una distribución triangular de mínimo 90 segundos, moda 140 y máximo 160.

La línea tiene una carga de trabajo de aproximadamente 20 pedidos por hora. Por otro lado, cada cierto tiempo los operarios deben parar e ir a reponer los canastos de su producto al almacén. Dado que no son los mismos productos, se ha observado que cada operario debe reponer con distinta frecuencia y dedicando distinto tiempo:

- El producto A requiere parar la estación cada 2 horas, y reponer el stock para la línea demora 9 minutos.
- El producto B requiere parar la estación cada 3 horas, y reponer el stock para la línea demora 21 minutos.
- El producto C requiere parar la estación cada 1 hora, y reponer el stock para la línea demora 6 minutos.

En un intento por mejorar la productividad de la línea, se está debatiendo entre tomar una serie de medidas que reduzcan los tiempos muertos de reposición u otro set de medidas que tiendan a aumentar la productividad de la reposición en cada estación. De elegir el primer camino, los canastos de producto se podrán reponer un 30% más rápido y el tiempo sin reposición aumentará un 50%. Mientras que si se aumenta la productividad de la operación los tiempos se reducirían a la mitad (manteniendo el mismo esquema de reposición).

Se pide:

- a) Realice un diagrama de proceso de las operaciones mencionadas en la línea de picking.
- b) Determine cuál va a ser el criterio de decisión para elegir la mejora a realizar en la planta
- c) Defina Función Objetivo, KPIs principales, Variables de control.
- d) Realice el modelo de simulación de la línea de picking y determine cuál es la solución al problema.