

Simulación de Sistemas

[Página Principal](#) / [Mis cursos](#) / [3007331-SIMULACION-2024-2S](#) / [Clases prácticas - Enunciados](#) / [Prácticas 6 a 12](#)

Prácticas 6 a 12

Universidad Nacional de Colombia. Simulación de Sistemas 3007331.

Los enunciados de las prácticas semanales se publican en este libro, junto con la solución de algunas de ellas. El material está disponible para el uso personal de los matriculados en el curso y está prohibida su difusión y publicación.

3. Simulación de eventos discretos

3.8. Enrutamiento y recursos

Seguridad en aeropuerto

Objetivos de aprendizaje.

Al finalizar esta práctica estará en capacidad de:

- Definir atributos para dirigir entidades a distintas partes del sistema
- Dirigir entidades a distintas partes del sistema usando las propiedades de centros de trabajo y colas.
- Representar el procesamiento de partes distintas de una entidad usando batch y collect.
- Modelar recursos compartidos por distintos procesos o servicios.

Introducción:

La operación de cualquier sistema está restringida por la disponibilidad de algún recurso: tiempo, materiales, personal, equipos. En las prácticas anteriores había restricciones de capacidad de los centros de trabajo. Otros recursos restringidos pueden ser, por ejemplo, cuadrillas de personal, bahías de carga/ descarga y otros elementos que no se tratan como entidades individuales pero de los que interesa conocer la disponibilidad total.

De acuerdo con Pidd (1998) , los recursos son elementos individuales del sistema que se pueden contar pero que, a diferencia de las entidades, no requieren un registro de su comportamiento individual en el programa de computador. Por ejemplo, un mismo montacargas puede usarse para descargar un camión y para llevar productos terminados a una bodega. El montacargas se requiere para realizar las actividades, pero no es una entidad, ni hace parte del servidor. Una vez se libere de la actividad de descarga, está disponible para ser usado en otras actividades.

Hay sistemas en los que no es necesaria la distinción de recursos y estos se pueden considerar como parte del servidor; por ejemplo, la electricidad que requiere una máquina para operar o el tóner de tinta y el papel de una fotocopidora (suponiendo disponibilidad infinita). En términos generales, un elemento se debe modelar como un recurso cuando tiene más de una función y es escaso.

Enunciado

Seguridad en un aeropuerto (Chung, 2004)

La principal medida de seguridad en los aeropuertos consiste en revisar tanto a los pasajeros con pase de abordar como a su equipaje de mano antes de que ingresen a las salas de espera. Esta revisión se hace con equipos detectores de metal y rayos x respectivamente.

El proceso de inspección inicia con la revisión del pase de abordar y del documento de identidad del pasajero por parte del personal de seguridad. Una vez se termina esa revisión, el individuo puede seguir al área de rayos x y detectores de metal. Los pasajeros sin equipaje pueden dirigirse directamente a la fila del detector de metal.

Los pasajeros con equipaje de mano se dirigen primero a la fila de inspección de equipaje donde ubican su equipaje de mano en una bandeja para que un operario lo pase por el equipo de rayos x y busque objetos prohibidos. Si no se detectan objetos prohibidos, el operario mueve el equipaje al área de recogida en espera de que su dueño lo reclame.

El detector de metales es operado por un tercer empleado de seguridad. En caso de que se detecten posibles objetos metálicos, el pasajero debe remover cualquier objeto problemático (llaves, monedas, cinturón, aretes, zapatos...) antes de volver a pasar

Bajo condiciones normales, este puesto de seguridad es atendido por un supervisor, dos operadores de rayos x , dos operadores del detector de metales y dos revisores de tiquetes. Los números pueden fluctuar de acuerdo con la disponibilidad del equipo y la disponibilidad de personal. Aunque este puesto de seguridad opera todo el día, hay periodos críticos de altas llegadas y salidas de vuelos ya que este aeropuerto es usado por una gran aerolínea concentra allí sus operaciones. El periodo crítico va de 07:00 a 09:15

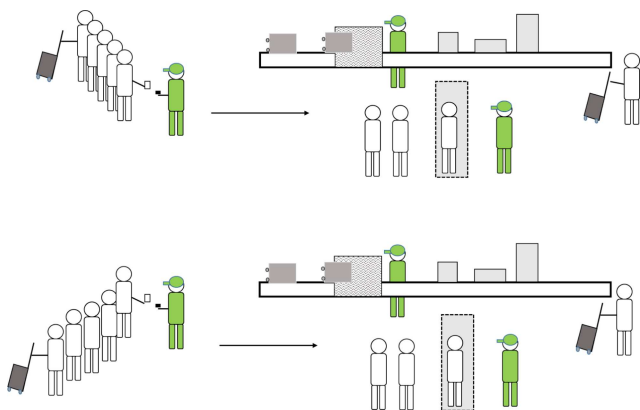
Se desea simular este sistema para determinar la distribución de personal que minimice el tiempo promedio de pasajeros en el sistema.

En estudios previos se observó que llegan grupos de viajeros con tiempos entre llegadas distribuidos de manera lognormal, con media de 3.14 y desviación estándar de 3.07. Un grupo de pasajeros está compuesto por mínimo una persona más un número de acompañantes que sigue una distribución geométrica con $p=0.552695$.

El 10% de los pasajeros viaja sin equipaje de mano. Escanear los equipajes en el equipo de rayos x toma entre 1 y 20 segundos, siendo 4 el valor más probable y el tiempo de servicio en el detector de metales está entre 5 y 7 segundos. Un 3% de los pasajeros que pasa por el detector de metales debe remover un ítem y repetir el proceso. Para simplificar, se propuso que estos pasajeros volvieran al final de la cola y el cliente aceptó.

Los pasajeros que pasan el detector de metales y tienen maletas por recoger, buscan su maleta si ya está lista o esperan a que termine de pasar por los rayos x. Sacar la maleta de la bandeja y llevársela toma 2 segundos.

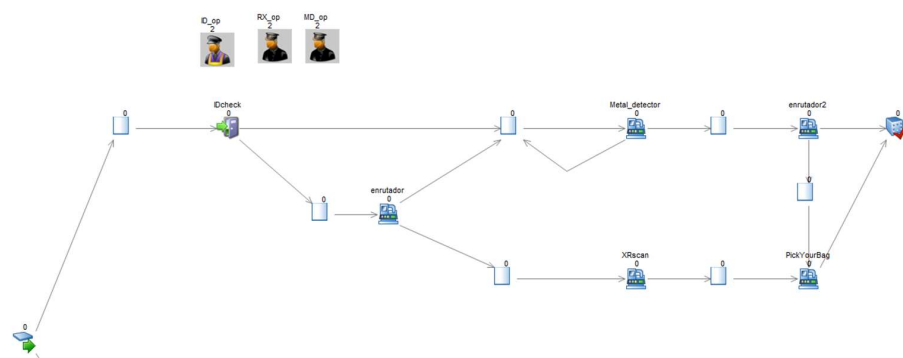
El siguiente es el esquema de la operación



Estructura del modelo:

La estructura del modelo replica la del esquema del sistema, pero deben agregarse actividades adicionales para enviar las entidades a distintas partes del sistema y hacer otras operaciones, como enviar una persona a una estación y a su maleta a otra y volverlas a unir.

Note que el sistema tiene dos líneas de operación con la misma estructura. En la siguiente figura se puede observar la representación en Simul8 propuesta para una de las líneas de operación. Los enrutadores corresponden a las actividades enrutador, enrutador2, PickYourBag.



Antes de crear la estructura, se recomienda crear los siguientes atributos (label) y distribuciones.

Atributos necesarios

La siguiente tabla resume los atributos que se requieren para construir el modelo. Todos los atributos son de tipo numérico y algunos se distribuyen de acuerdo con una distribución de probabilidad que se crea por aparte. Para crear los atributos, ir a data and rules y seleccionar add label.

Tabla 1. Atributos

Nombre atributo	Descripción	Tipo	Asignación
MALETA	Indicador de si el pasajero trae maleta o no	Numérico 1: pasajero con maleta 0: pasajero sin maleta	Sigue una distribución de probabilidad, se asigna a la entrada.
IDMALETA	Identificador maleta / pasajero	Numérico Número único	Se asigna en un enrutador
ColaRX	Identificador para enviar a los pasajeros a recoger su equipaje de mano o a la salida	Numérico 1: pasajero sin equipaje de mano 2: pasajero que debe recoger equipaje en RX	Se asigna a la entrada. Toma un valor fijo igual al valor de MALETA+1

Distribuciones de probabilidad

En la siguiente tabla se resumen las distribuciones que se crearán y los componentes del modelo a los cuales se asocian. Note que debe convertir todos los tiempos a las mismas unidades. Se usará un tipo de distribución llamado Combination Distribution, el cual permite definir una simulación que es igual a la suma de otras distribuciones.

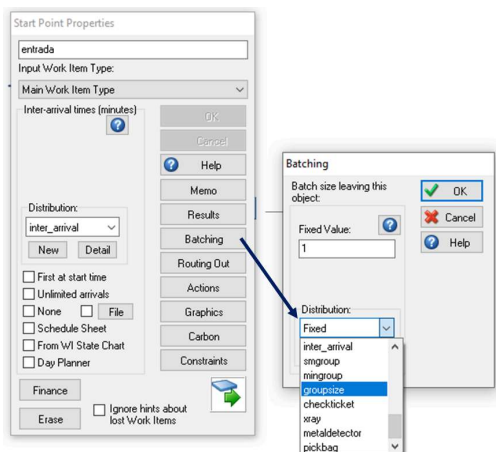
Tabla 2. Distribuciones de probabilidad y componente del modelo al que se asocian

Componente	Descripción	Distribución	Parámetro(s)
Entidad	Tiempo entre llegadas de pasajeros, en minutos	Log-normal	Media 3.14 Desviación estándar 3.07
Atributo de entidad	Número de acompañantes	Geométrica	p=0.552695
Atributo de entidad	Pasajero	Fija (FIXED)	1
Atributo de entidad	Tamaño del grupo	Combination distribution: Pasajero + número de acompañantes	---
Atributo de entidad	equipaje	Bernoulli	p(equipaje=1)=0.9 p(equipaje=0)=0.1
Actividad	Verificación identidad, minutos	Gamma	alfa=1.91, beta=0.99
	Escáner rayos X, en segundos	Triangular	1 y 20 segundos, siendo 4 el valor más probable
	Detector de metales, en segundos	Uniforme	Entre 5 y 7 segundos

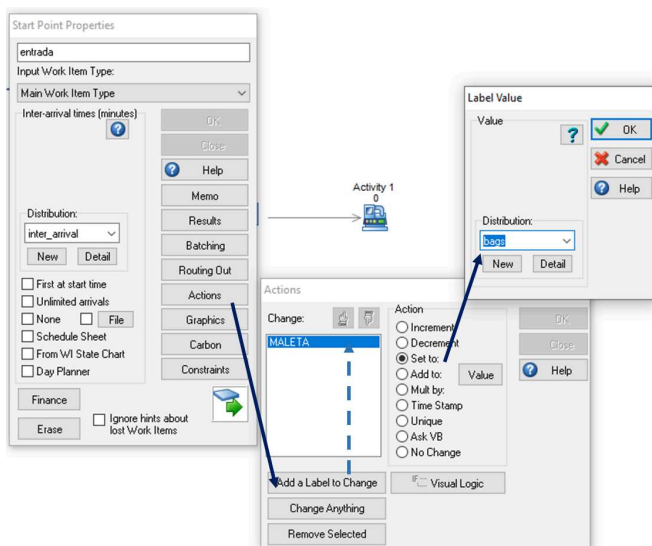
	Recoger maleta, en segundos	Fija	2 segundos
Enrutadores (hay 3 por cada línea de trabajo)	Duración de la actividad en enrutadores	Fija	0

Configuración de las llegadas

Para configurar las llegadas: en propiedades del punto de inicio, seleccionar la distribución de tiempo entre llegadas creada anteriormente. En el punto de inicio se define el tamaño del grupo que acaba de llegar. Para esto, seleccionar Batching y en la ventana que se abre, en la parte de Distribution: seleccionar la distribución de tamaño del grupo creada antes. De esta forma se representa que llegan grupos de pasajeros de distinto tamaño.

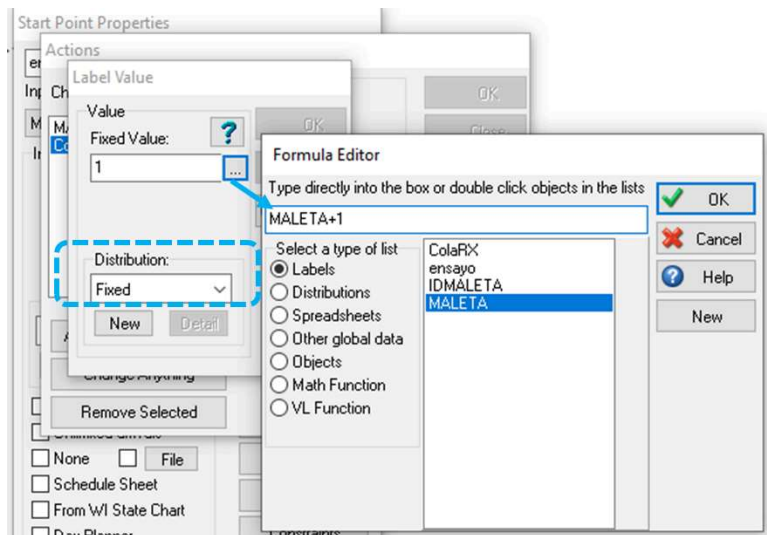


Cada entidad que sale del punto de inicio tiene una maleta con una probabilidad dada. Para modelar esto, ir al botón Actions y en la ventana que se abre, seleccionar Add a Label to Change. En la parte Change: a la izquierda de la ventana Actions, seleccionar la etiqueta Maleta haciendo doble clic. Luego, en la parte Action, al centro de la ventana, seleccionar la opción Set to:. Esto abre una ventana que permite asignar el valor de la etiqueta. En este caso, se asignará usando la distribución de equipaje creada antes y que da un valor de 0 a las etiquetas de entidades sin maleta y de 1 a las de entidades con maleta ($p=0.9$).



En este mismo punto y una vez calculado el valor del atributo MALETA, se asigna el valor a la etiqueta ColaRX. Para esto de nuevo se selecciona Actions>Add a Label to Change >ColaRX y con Set to: se elige una distribución FIXED (Fija). Al seleccionar los tres puntos a la derecha del cuadro Value>Fixed Value se abre la ventana de edición de fórmulas. En esta ventana se busca la etiqueta MALETA, se selecciona con doble clic y se le suma uno. De esta manera creamos una etiqueta con la misma distribución de MALETA, pero que tiene valores de 1 y 2. Esta distribución se usa más adelante para enviar la maleta a los rayos x y a su dueño al detector de metales.

Nota: en la ventana de acciones, asegurarse de que primero se pone el valor de MALETA y luego se pone el valor de ColaRX. La lista de atributos de esta ventana se puede ordenar usando el símbolo de dedo que apunta hacia arriba / abajo.

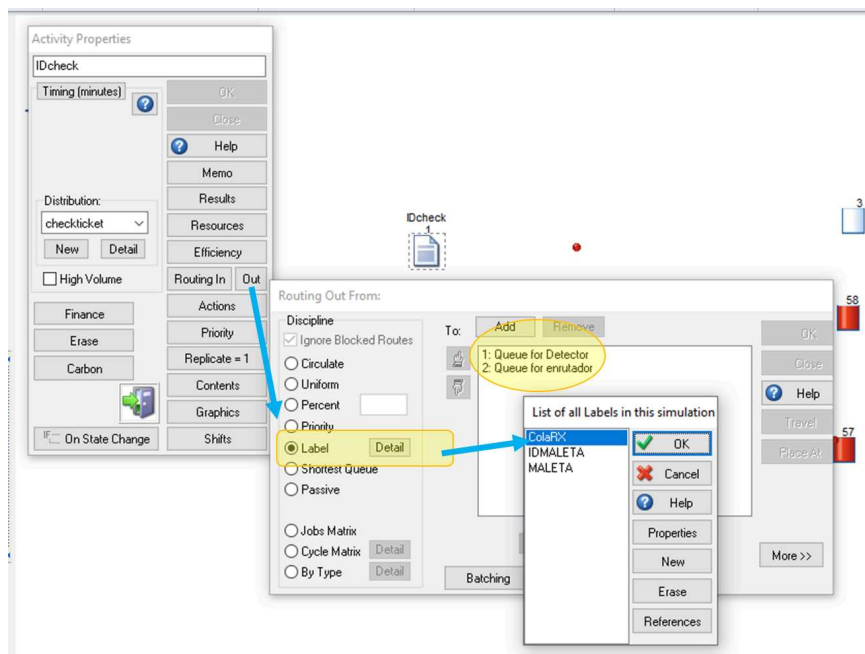


Importante: las entidades que entran observan las filas que hay para revisión de documentos y se ubican en la más corta. Esto se configura entrando a la opción Routing Out y seleccionando Discipline: shortest queue. Se recomienda hacer esta configuración al final, cuando se hayan terminado de configurar en su totalidad las dos líneas de servicio. Los pasos siguientes corresponden a la creación de la primera línea de servicio. Para crear la segunda línea, se selecciona la primera y se duplica.

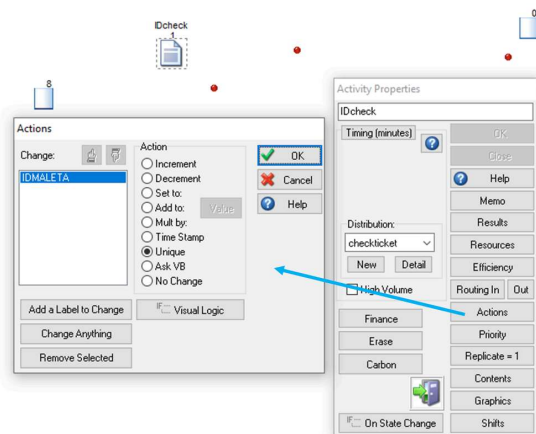
Configuración de las actividades

1. Inspección de documentos

en la pestaña propiedades de la actividad, seleccionar la distribución asociada con la duración de esta actividad. Las entidades que tienen maleta (MALETA=1) deben hacer la fila para los rayos x mientras que las que no, pueden pasar directamente a la fila del detector de metales. Esto se representa usando la opción Routing Out de la actividad. En la sección Discipline de Routing Out From: seleccionar etiqueta (Label) y luego Detail. Aparece una ventana con todas las etiquetas de la simulación. La opción de enrutar por etiqueta envía las entidades con etiqueta 1 a la primera posición que aparezca en la ventana To; las etiquetas con valor 2 a la segunda posición y así sucesivamente. En este caso, se selecciona la etiqueta ColaRX creada antes, cuyos valores son 1 si el pasajero no tiene que recoger su equipaje de mano y 2 si lo tiene que recoger.



En este punto se pone la etiqueta que identifica los pasajeros y su maleta para reunirlos después. Para esto, seleccionar la opción Actions del panel de propiedades de actividad. En la opción Add a Label to Change de la ventana que se abre, hacer doble clic en la etiqueta correspondiente, en este caso, la etiqueta numérica IDMALETA y aceptar. La acción para cambiar el valor de IDMALETA consiste en asignar un valor único, que no se haya usado en la simulación seleccionando la opción Unique.

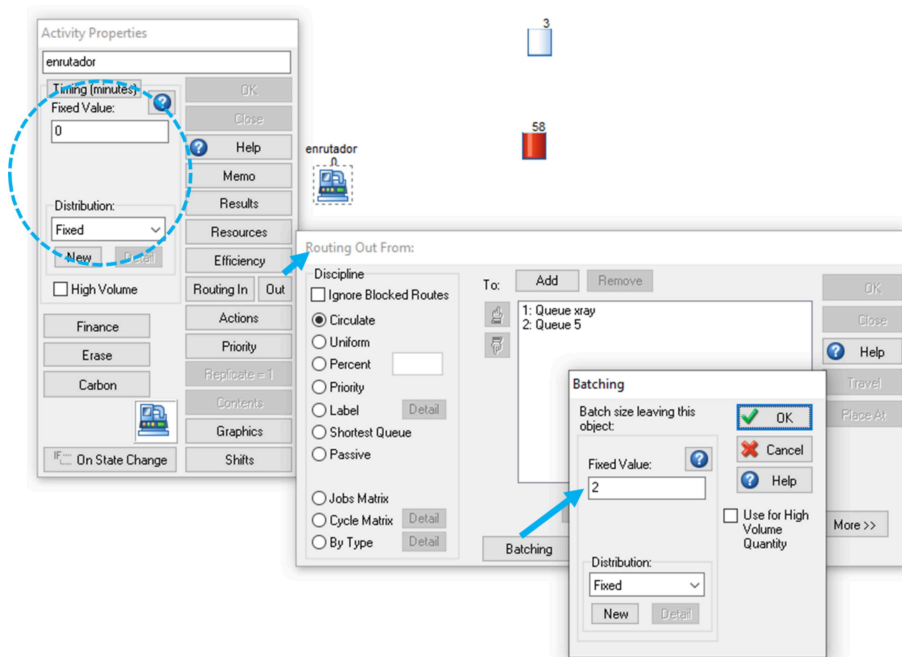


2. Enrutador 1

Cuando una entidad tiene maleta (MALETA=1) debe dividirse en 2: la maleta, que pasa por los rayos X y el pasajero, que pasa por la máquina detectora de metales. Para dividir la entidad y enviarla a la fila que le corresponde se crea un enrutador. El enrutador es una actividad auxiliar con duración fija de cero y se crea para:

1. Dividir la entidad en 2 usando routing out / Batching / Batch Size = Fixed 2
2. Enviar la maleta para una cola y la persona para otra usando la opción de routing out Discipline/Circulate.

Como se ve en la figura, el tiempo que dura esta actividad es cero, el tamaño del lote que deja el objeto es 2 y la disciplina del routing out es Circulate.

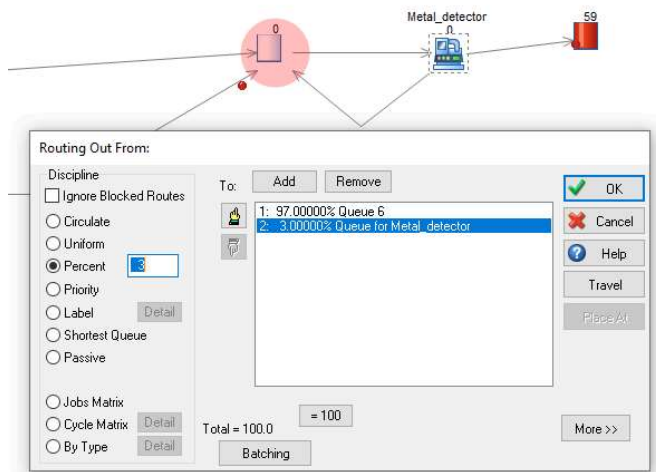


3. Escáner de rayos x

En distribución de actividad, seleccionar la distribución definida antes para la duración de la revisión de maletas con rayos x. Este centro de trabajo no tiene acciones ni enrutamiento especial y envía todas las maletas escaneadas a una cola que representa las maletas sin recoger.

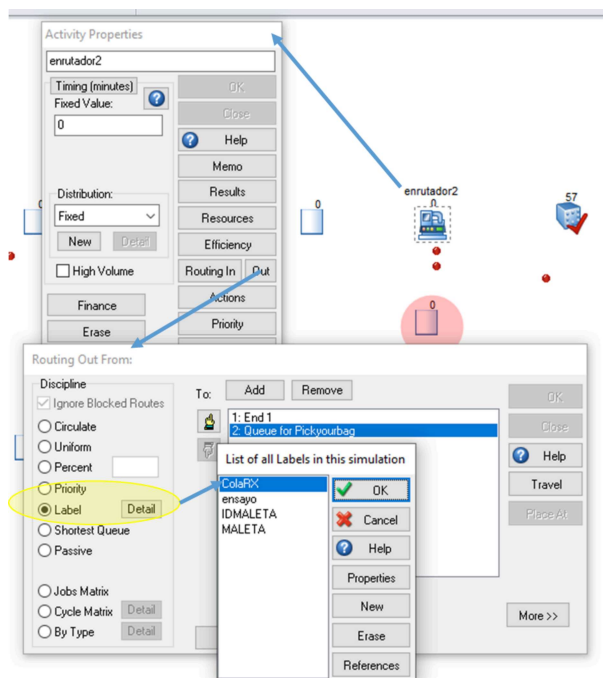
4. Detector de metales

En la pestaña propiedades de actividad del detector de metales, seleccionar la distribución correspondiente. Para representar que el 3% de las entidades debe volver a pasar por el detector, ir a Routing Out y en Discipline: seleccionar la opción porcentaje. Asignar el porcentaje de 3% a regresar a la fila para detector y el 97% a una cola que representa los viajeros que pasaron el detector de metales. Esta cola se requiere para que un enrutador que se agrega después (enrutador 2) separe los viajeros que viajan sin equipaje (10%), que pueden salir del sistema, de los que deben recoger su maleta antes de irse. Note que al dirigir el 3% de los pasajeros que pasan por el detector de metales al final de la cola anterior, se crea una nueva flecha conectora entre estos dos componentes, pero en la dirección opuesta a la inicial.



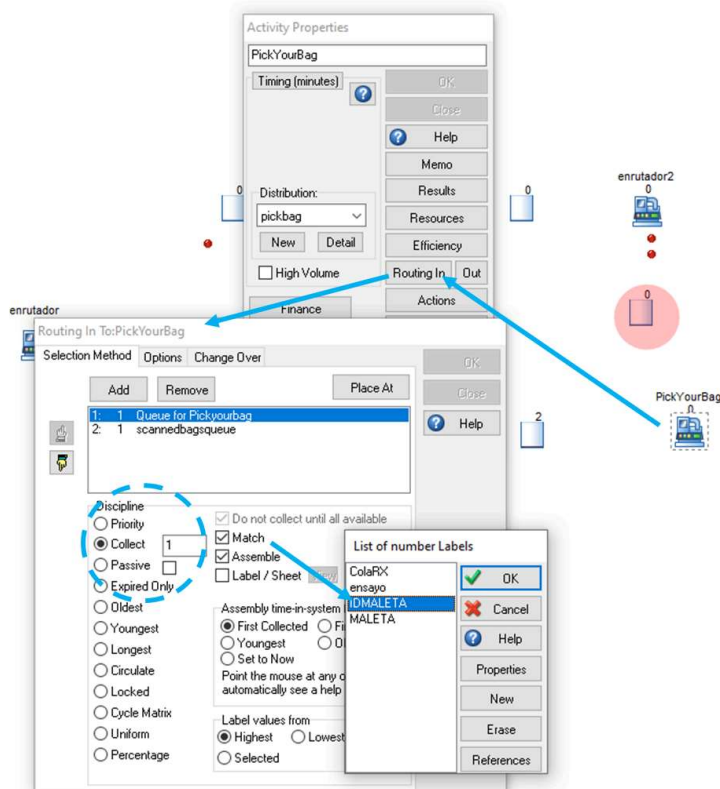
5. Enrutador 2

Este enrutador separa las entidades que salen del detector de metales de acuerdo con su atributo, colaRX. Si colaRX=2 (Tiene maleta), la entidad va a una cola donde espera a que otro enrutador la junte con su respectiva maleta y si colaRX=1 (no tiene maleta), la entidad sale del sistema. Esto se hace seleccionando el atributo colaRX en propiedades de enrutador1 Discipline: > label> Detail> Al igual que el enrutador 1, esta actividad se creó con el único propósito de enutar, por lo cual se le asigna una duración fija e igual a cero.



6. Enrutador 3 (PickYourBag)

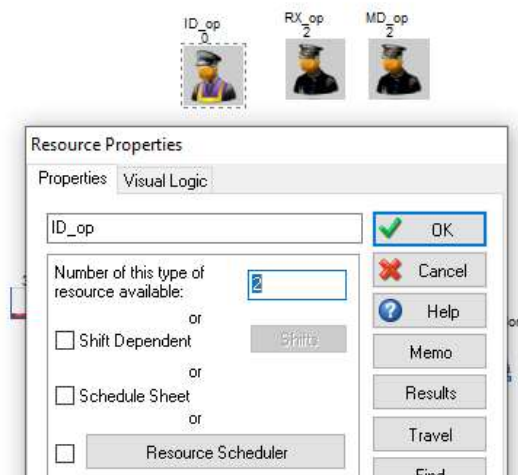
El enrutador 3, llamado en este ejemplo PickYourBag, toma una entidad de la cola de viajeros con maleta y la junta con una entidad de la cola de maletas escaneadas. La duración de la actividad PickYourBag se creó antes, como, de dos segundos. En propiedades de actividad ir a la opción routing in. En Routing In, ir a la pestaña Selection Method y en Discipline seleccionar Collect. Seleccionar la cola de maletas y poner 1, la cola de viajeros y poner 1. A la derecha de Collect, seleccionar Match on: . Se abre la ventana con todas las etiquetas y se selecciona la etiqueta que tiene el identificador de la maleta: IDMALETA. Aceptar con ok toda la configuración.



Una vez los pasajeros cojan su maleta, salen del sistema por la salida correspondiente.

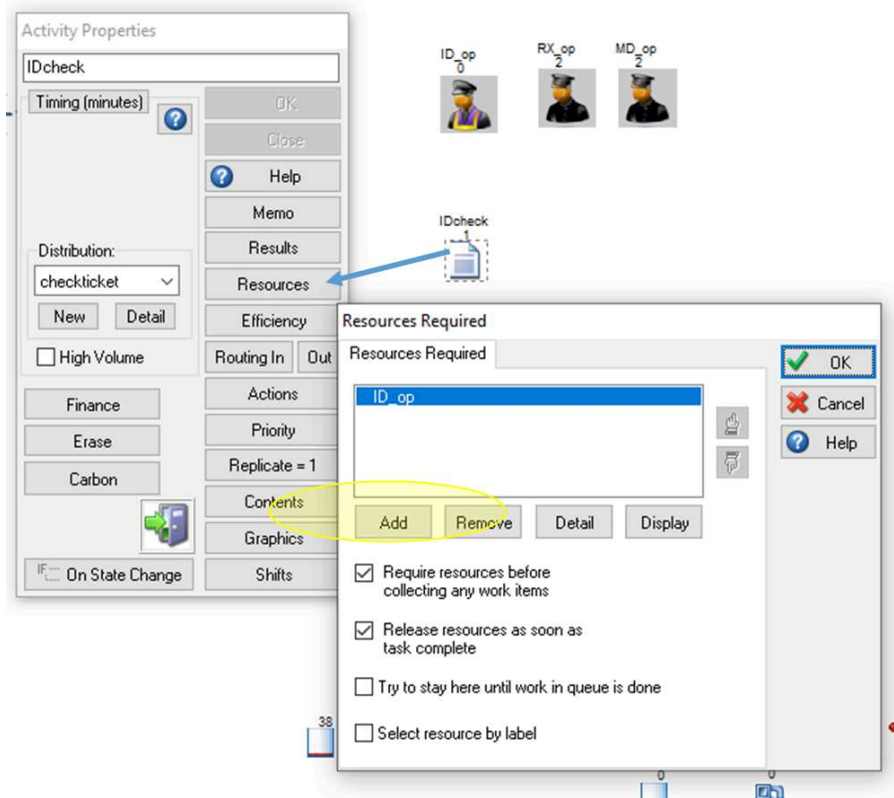
Creación de los recursos

Los recursos, al igual que otros componentes de Simul8, se arrastran del panel Building Blocks a la hoja de trabajo. Hay tres tipos de recursos: los que atienden la puerta de entrada, los que interpretan las imágenes del escáner de rayos x y los que atienden el detector de metales. Para cada tipo se arrastra un componente tipo recurso y en propiedades se pone el nombre y el número de recursos de este tipo disponibles: hay dos de cada tipo. Es de interés conocer la ocupación de los recursos, así que se configuran los resultados para agregar la ocupación al reporte.



Configuración de recursos usados por los centros de trabajo

Para asignar los recursos necesarios a las actividades correspondientes, se entra al cuadro de propiedades de cada centro de trabajo que utilice recursos y se da clic en el botón Resources. Esto abre la ventana Resources Required y usando la opción Add, se selecciona el recurso que estará disponible para el trabajo. Por ejemplo, en la revisión de documentos, se va a la opción recursos y en esta se selecciona el tipo de recurso requerido con Add como se muestra en la figura. Luego, en la misma ventana, se selecciona Detail y se define el número de recursos necesarios (1).



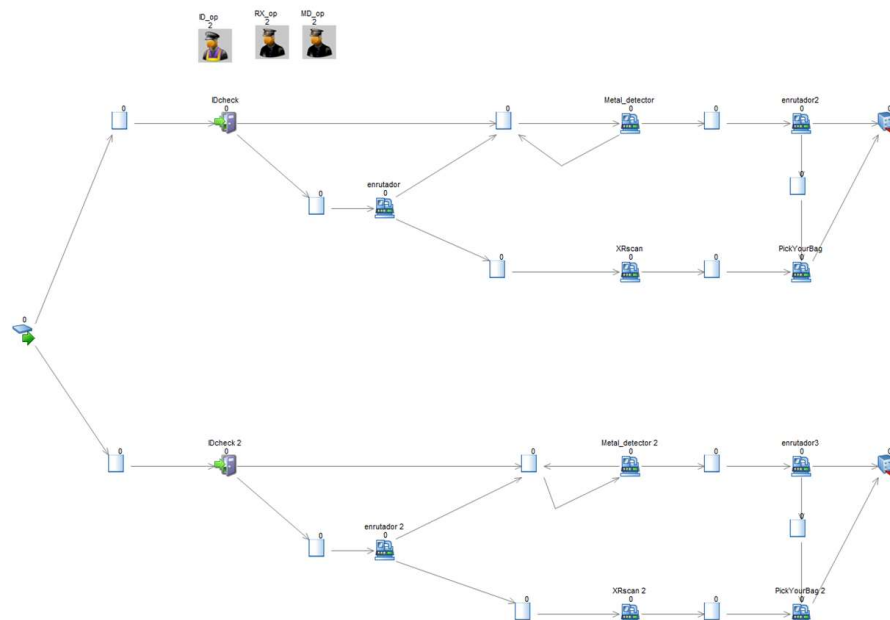
Este procedimiento se repite para los otros dos tipos de recursos.

Configuración de las colas

Asegurarse de que no hay límites de capacidad ni expiración de ítems en las colas.

Modelo completo

Una vez terminada de configurar la primera línea de servicio, se puede seleccionar y duplicarla, arrastrando el mouse mientras se sostiene la tecla CTRL. Si esto no funciona, se puede duplicar cada componente de la línea 1 (excepto los recursos) y construir con el la segunda línea de servicio. Al final, el modelo tiene este aspecto:



Configuración del reloj

Todos los tiempos están en minutos. Configurar el reloj de la simulación para que la jornada de trabajo inicie a las 7:00 y dure 02:15 horas.

Otras configuraciones

En las propiedades de centros de trabajo, puntos de entrada y salida, recursos, colas hay una opción de gráficos. Ver los tutoriales: https://www.simul8.com/support/help/doku.php?id=features:graphics_work_items para cambiar las imágenes de los ítems de trabajo (entidades) y https://www.simul8.com/support/help/doku.php?id=features:graphics_wc para cambiar las imágenes de los centros de trabajo

Actividad y entregable

En un documento de Word nombrado P11_PrimerApellido_PrimerNombre.docx registre la respuesta a lo siguiente:

1. ¿Cuál es la ocupación de los recursos?
2. Es posible reorganizar los recursos de manera que las dos líneas no operen todo el tiempo y lograr que el 80% de los pasajeros se demore menos de media hora en el sistema ?

Este documento debe ser subido de manera individual en el enlace correspondiente a la entrega de la práctica 11 del grupo al cual está matriculado junto con los archivos .S8 contruidos en un archivo comprimido llamado P11_PrimerApellido_PrimerNombre.

Referencias

Computer Simulation in Management Science 4th edition. Michael Pidd, 1998 John Wiley and Sons

Simulation Modeling Handbook: a practical approach.Christopher A. Chung 2004 CRC Press

◀ Clase 9 - Verificación y validación

Ir a...

Práctica 8. Diagramas de flujo ►

Usted se ha identificado como Alejandro Díaz López (Cerrar sesión)
3007331-SIMULACION-2024-2S

Español - Colombia (es_co)
English (en)
Español - Colombia (es_co)
Español - Internacional (es)

Resumen de retención de datos

Descargar la app para dispositivos móviles