

## **PRACTICA 4 → AMPLIACIÓN/CONTINUACIÓN DE PRACTICA 3**

Descripción del trabajo a realizar:

En esta parte ampliamos el modelo de la práctica 3.

Las lámparas decoradas y depositadas en el almacén intermedio 4 y las no decoradas y depositadas en el almacén intermedio 3, en vez de llevarlas a los racks, deben ser transportadas por dos operarios a una zona de operación de montaje.

En este proceso de montaje, se realizan operaciones en 3 centros de trabajo (en cada centro hay un operario que realiza dicho montaje).

Desde el almacén intermedio 3 se envían las piezas a los 3 operarios según la siguiente clasificación:

- 50 % operario experto
- 30 % operario 1ª
- 20 % peón novato

Del almacén 4 no se define porcentaje.

Los tiempos de preparación (SetUp Time) según operario son:

- ST1 = Normal (20,3)
- ST2 = Normal (30,10)
- ST3 = Normal (40,10)

Tabla de tiempos de la zona de montaje:

|             | Lámpara 5 brazos | Lámpara 8 Brazos | Lámpara 12 brazo |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| EXPERTO     | 500              | 750              | 1000             |
| OPERARIO 1ª | 600              | 900              | 1200             |
| PEON NOVATO | 600              | 900              | 1300             |

Finalizado el montaje se revisa la lámpara antes del envío al cliente. Si hay fallo, los operarios destinados a transporte los depositan en un Almacén intermedio 5 de capacidad 10, y de ahí al puesto especial para la revisión por parte del operario especializado, el cual lo repara.

Datos: El 10 % de las piezas de los operarios “Operario 1ª” y “Peón novato” tienen fallos, y pasan a revisarse en dicho puesto especial [más adelante, lo denominaremos “Oper\_Especializado” (processor)].

Tiempos de proceso del operario especializado para reparación: Process Time (PT) = Normal (35,5) y ST = Normal (35,5)

Después del montaje, tenemos un Almacén intermedio 6, con capacidad para 10 piezas, donde esperan a ser embaladas. Este transporte se realiza mediante 2 operarios.

- Suministrador: Uno de los operarios representado por un Source suministra las cajas.
- Proceso de embalaje (envolver y etiquetar): Se realiza por un operario el cual introduce 8 lámparas en cada paquete.

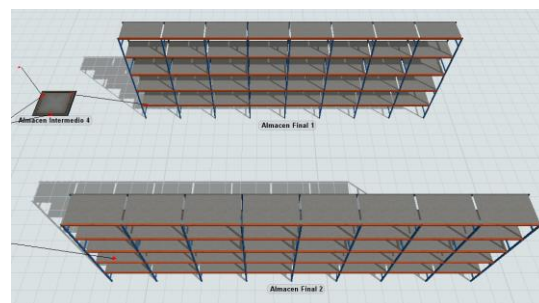
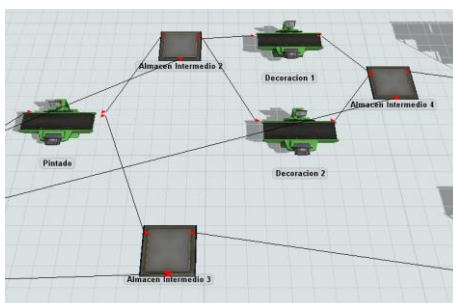
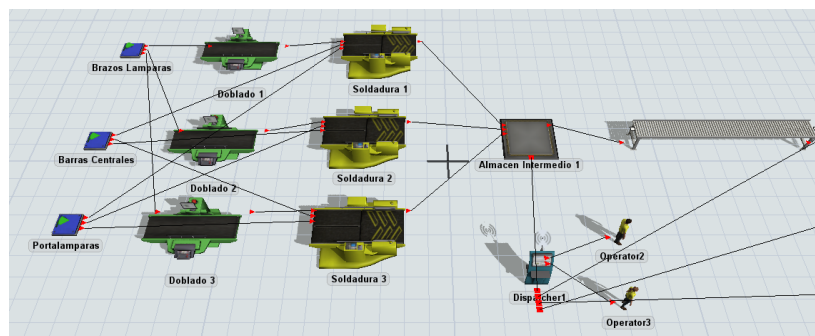
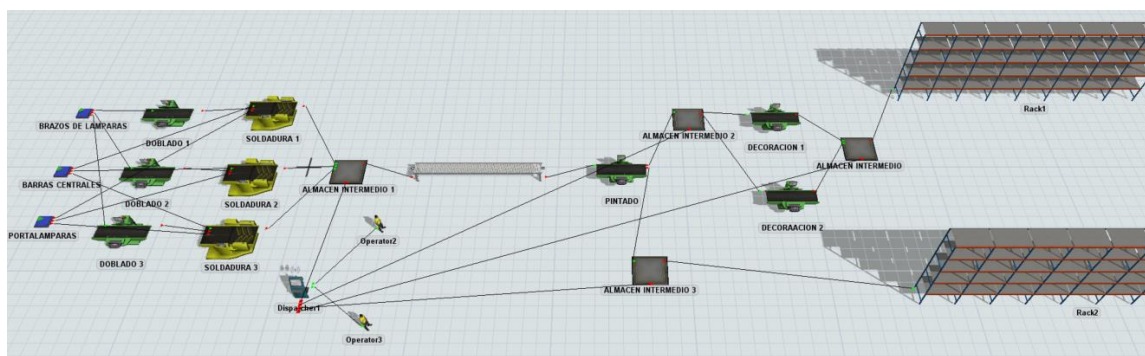
Del embalaje pasan mediante una carretilla elevadora (transporter) al nuevo rack (Almacén final), donde los estantes tienen capacidad para 10.000 lámparas. Se colocan a 4 metros en horizontal de la zona de embalaje (recordemos que cada “cuadrado” representan un m<sup>3</sup>).

Se desea analizar el proceso de producción y la logística interna de los productos para comprobar su eficiencia.

Para ello, se pide (tiempo de simulación de 8 horas es decir 28.800 segundos):

- 1.- ¿cuántas lámparas han sido ensambladas por el operario experto?
- 2.- ¿cuántas lámparas han pasado por el centro especial? (*Processor “Operario Especializado”*)
- 3.- ¿cuántas cajas de lámparas se han almacenado?
- 4.- ¿cuál es su opinión de la asignación de trabajo y de la capacidad de la planta?

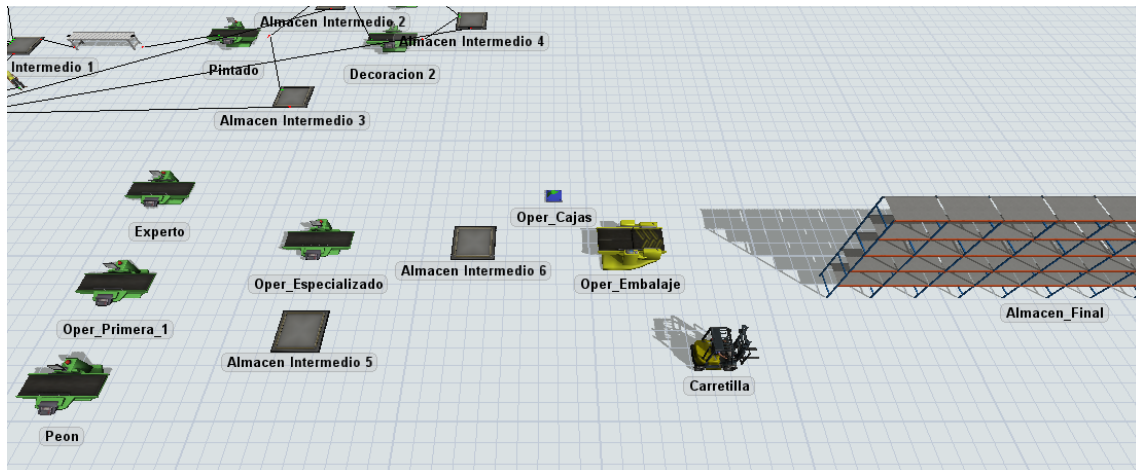
### CONSTRUCCION DEL MODELO



Tomamos como punto inicial el modelo realizado en la práctica 3, eliminando los racks 1 y 2 (Almacén final 1 y 2).

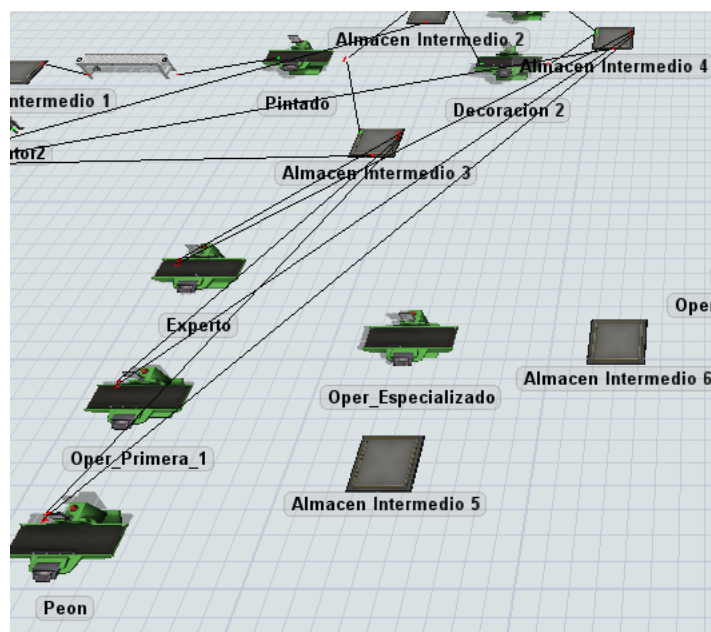
## 1.- Proceso de montaje

- 3 Processors representan a los tres operarios (experto, 1ª y peón novato), y otro Processor representa al operario especializado en reparación situado en el punto de revisión y reparación de piezas con fallos.
- Las zonas de depósito intermedias, es decir, los almacenes intermedios 5 y 6, son representados por 2 Queue.
- El proceso de embalaje se simula mediante un Combiner (representa al operario que embala manualmente), y un Source (operario el cual le suministra las cajas).
- Finalmente, un transporter representa la carretilla elevadora y un Rack el Almacén final.

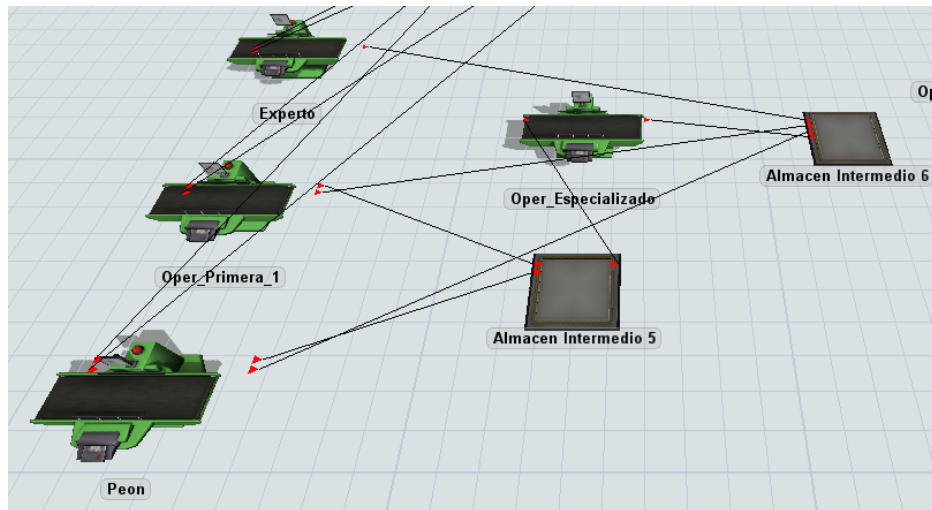


Conectar los puertos de los nuevos elementos para definir la ruta de los productos (flowitems), mediante "Connect Objects" (**tipo A**), y de la siguiente manera:

- 1.1. Conectar desde el Almacén intermedio 3 hasta el primer Processor (operario experto). Repetir la acción desde el Almacén intermedio 3 con los otros dos processors (Operario 1ª y Peón).
- 1.2. Mismo proceso y conexión entre el Almacén intermedio 4 con los tres processor anteriores (Experto, 1ª y Peón).

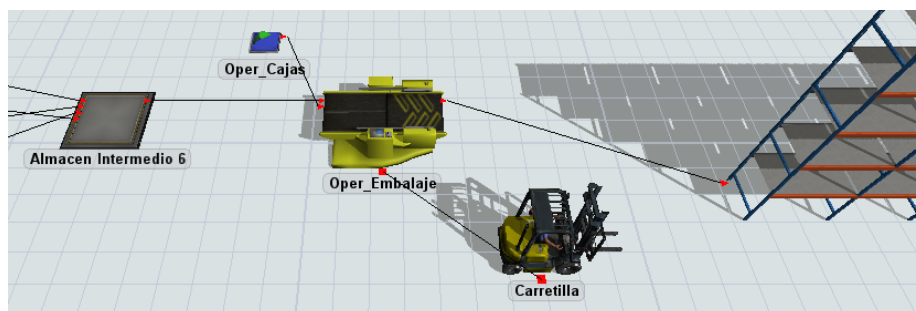


- 1.3. Unimos al Almacén intermedio 6 (conexión tipo A) el primer processor (operario experto).
- 1.4. El segundo processor (Operario 1ª) y tercer processor (Peón) se unen al Almacén intermedio 5 (el 10 % a trabajos especiales, lo vemos mas adelante), y también se unen al Almacén intermedio 6 (90% restante).
- 1.5. El Almacén intermedio 5, se une al Processor “Oper\_Especializado”, y este, a su vez, se une al Almacén intermedio 6.

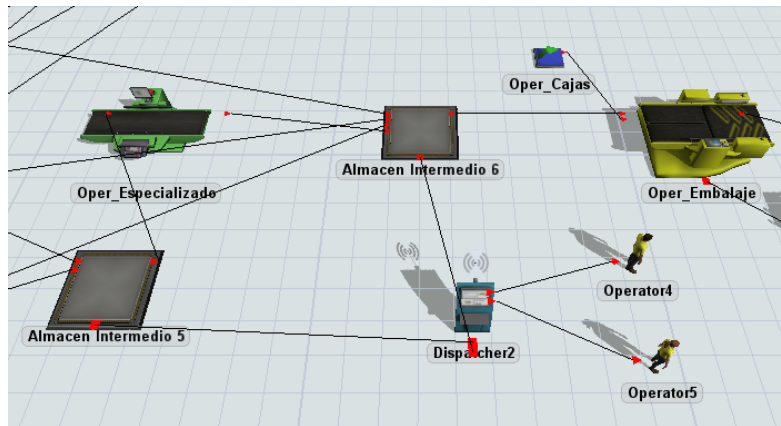


## 2.- Proceso de embalaje

- 2.1. El Source “Oper\_Cajas” y el Almacén intermedio 6 se unen al Combiner “Oper\_Embalaje” y este a su vez al Almacén Final (Rack).
- 2.2. El transporter (carretilla elevadora) será el encargado más adelante de llevar las piezas embaladas al Almacén Final (rack), por lo tanto, conexionamos el Combiner “Oper\_Embalaje” con el Transporter (carretilla elevadora) (**conexión Tipo S**).



- 2.3. A continuación, en este nuevo añadido, se van a utilizar 2 operarios para transportar los productos semi-elaborados de los Almacenes intermedios 5 y 6 de un punto a otro. Como hay más de un operario, utilizamos un Dispatcher. Unimos este Dispatcher a los puertos centrales de los Almacenes intermedios 5 y 6 (**dispatcher → queues**), mediante la **conexión tipo S**.
- 2.4. Por último, al Dispatcher se conectará 2 operarios mediante la **conexión Tipo A** (**dispatcher → operarios**).



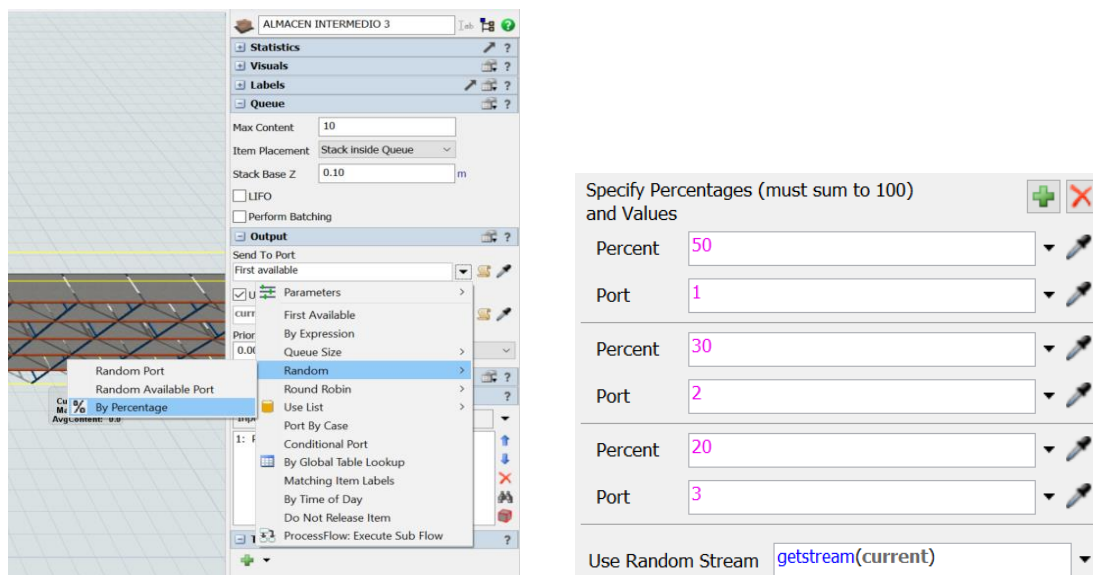
## PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS

### • ALMACEN INTERMEDIO 3

Las lámparas se distribuyen en porcentajes (%). Debido a ello, en las propiedades del Almacén intermedio 3, en *Output* → *Send To Port*, seleccionamos la opción “*Random* → *By Percentage*”.

A continuación, se insertan los parámetros por cada puerto de salida (“+” verde para agregar más puertos de salida).

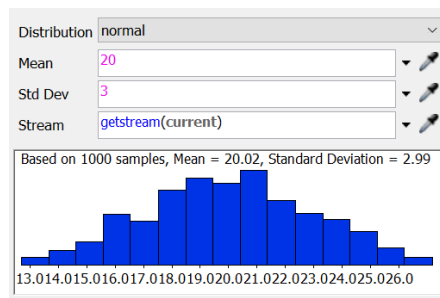
- Puerto de salida 1 = 50 % al operario experto.
- Puerto de salida 2 = 30 % al operario 1ª.
- Puerto de salida 3 = 20% al peón novato.



### • OPERARIO EXPERTO

Cambiamos de nombre al Processor del Operario Experto, llamándole “*Montaje 1*”.

Set Up Time = Normal (20,3).



Como los tiempos del proceso (Process Time) dependen del tipo de operario, definiremos una TABLA GLOBAL (Global Table).

Desde Toolbox (al lado de la librería, a la izquierda de la pantalla), creamos la tabla con los tiempos del Operario Experto (Processor “Montaje 1”). Se usa la opción +, y a continuación “Global Table”, la cual vamos a editar para introducir tiempos. Hay que sustituir en las propiedades de la derecha el valor que viene por defecto de Row 1 (filas) a Row de valor 3. Ahora, escribimos el nombre de la nueva tabla: MONT EXP. Para acabar, introducir uno a uno los tiempos para cada tipo de lámpara y el nombre al que hace referencia (ver imágenes).

|          | Col 1 |
|----------|-------|
| 5brazos  | 500   |
| 8brazos  | 750   |
| 12brazos | 1000  |

A continuación, seleccionamos de nuevo el Processor “Montaje 1”.

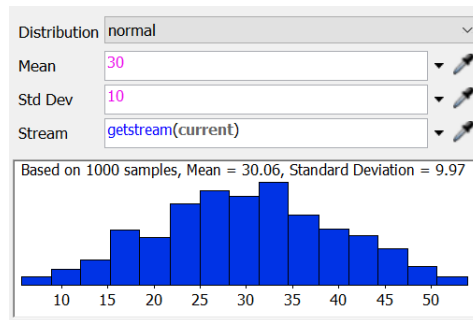
En sus propiedades, introducimos la designación de la tabla que se quiere importar, seleccionando en el process time, y más concretamente, en su desplegable la opción “By Global Table Lookup”. Dentro de esta opción, en el apartado “Table”, desplegamos la Global Table definida anteriormente en el Toolbox, llamada “MONT EXP”.

Repetimos lo mismo para los otros dos operarios (1ª y Peón).

- OPERARIO 1ª

Al Processor del “Operario 1ª” le llamamos ahora “Montaje 2”.

Set Up Time = Normal (30,10).



Como los tiempos del proceso (Process Time) dependen del tipo de operario, definiremos una TABLA GLOBAL (Global Table).

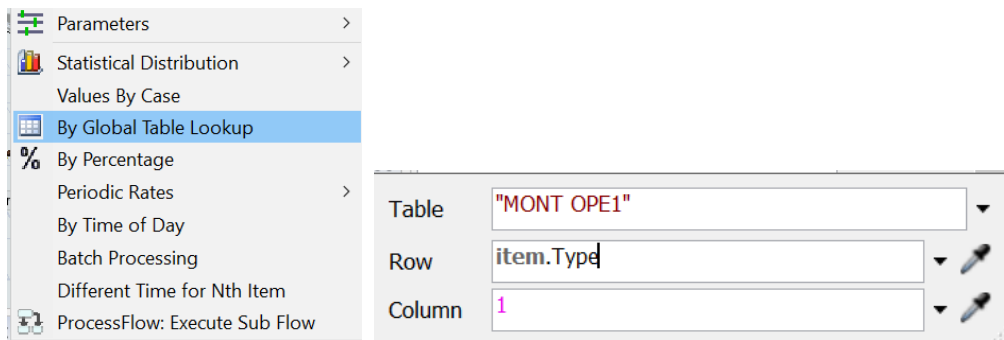
Desde Toolbox (al lado de la librería, a la izquierda de la pantalla), creamos la tabla con los tiempos del Operario 1ª (Processor “Montaje 2”). Se usa la opción +, y a continuación “Global Table”, la cual vamos a editar para introducir tiempos. Hay que sustituir en las propiedades de la derecha el valor que viene por defecto de Row 1 (filas) a Row de valor 3. Ahora, escribimos el nombre de la nueva tabla: MONT OPE1. Para acabar, introducir uno a uno los tiempos para cada tipo de lámpara y el nombre al que hace referencia (ver imágenes).

|          | Col 1 |
|----------|-------|
| 5brazos  | 600   |
| 8brazos  | 900   |
| 12brazos | 1200  |

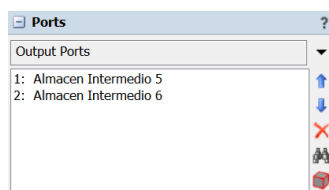
A continuación, seleccionamos de nuevo el Processor “Montaje 2”.

En sus propiedades, introducimos la designación de la tabla que se quiere importar, seleccionando en el process time, y más concretamente, en su desplegable la opción “By Global Table Lookup”. Dentro de esta opción, en el apartado “Table”, desplegamos la Global Table definida anteriormente en el Toolbox, llamada “MONT OPE1”.



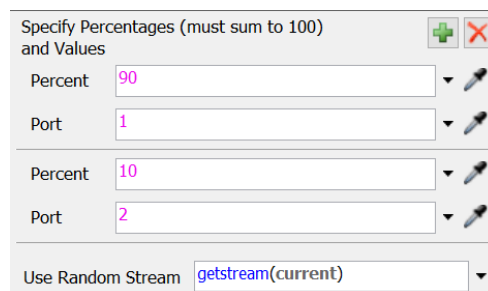


Desde el Processor “Montaje 2”, las piezas se envían a sitios distintos: 90 % (lámparas que funcionan correctamente) irán al Almacén intermedio 6, y el 10 % (con fallos) irán a Almacén intermedio 5.

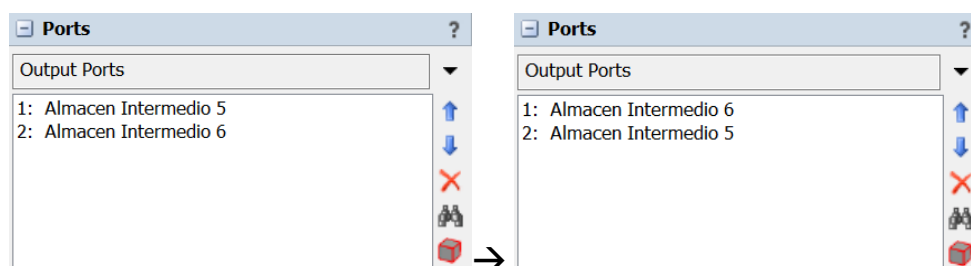


Por lo tanto, separamos las lámparas por porcentajes. En las propiedades del Processor “Montaje 2”, en Output → Send To Port, seleccionamos la opción “Random → By Percentage”. En el menú desplegable especificamos porcentaje por cada puerto de salida:

- Puerto de salida 1 se enviará el 90 % de las lámparas al Almacén intermedio 6.
- Puerto de salida 2, se enviará el 10 % de las lámparas al Almacén intermedio 5.



Como el Puerto de Salida 1 lo teníamos asignado al Almacén intermedio 5, y el Puerto de Salida 2 al Almacén intermedio 6, tenemos que cambiar el orden en el Processor “Montaje 2”, para que coincida con lo que acabamos de configurar en el parámetro anterior:

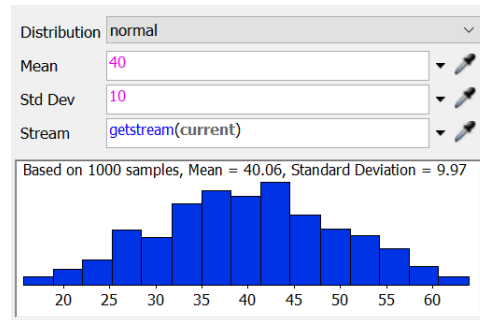




- OPERARIO PEÓN

Al Processor del “Operario Peón” le llamamos ahora “Montaje 3”.

Set Up Time = Normal (40,10).



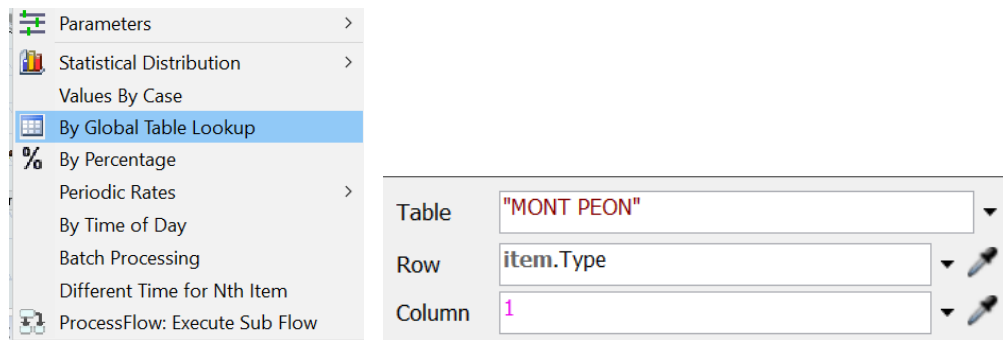
Como los tiempos del proceso (Process Time) dependen del tipo de operario, definiremos una TABLA GLOBAL (Global Table).

Desde Toolbox (al lado de la librería, a la izquierda de la pantalla), creamos la tabla con los tiempos del Operario Peón (Processor “Montaje 3”). Se usa la opción +, y a continuación “Global Table”, la cual vamos a editar para introducir tiempos. Hay que sustituir en las propiedades de la derecha el valor que viene por defecto de Row 1 (filas) a Row de valor 3. Ahora, escribimos el nombre de la nueva tabla: MONT PEON. Para acabar, introducir uno a uno los tiempos para cada tipo de lámpara y el nombre al que hace referencia (ver imágenes).

|          | Col 1 |
|----------|-------|
| 5brazos  | 600   |
| 8brazos  | 900   |
| 12brazos | 1300  |

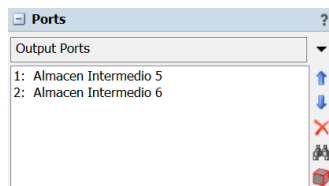
A continuación, seleccionamos de nuevo el Processor “Montaje 3”.

En sus propiedades, introducimos la designación de la tabla que se quiere importar, seleccionando en el process time, y más concretamente, en su desplegable la opción “By Global Table Lookup”. Dentro de esta opción, en el apartado “Table”, desplegamos la Global Table definida anteriormente en el Toolbox, llamada “MONT PEON”.



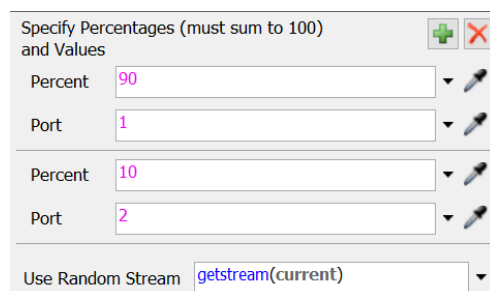
Al igual que con el Processor “Montaje 2”, desde el Processor “Montaje 3”, las piezas se envían a sitios distintos:

90 % (lámparas que funcionan correctamente) irán al Almacén intermedio 6, y el 10 % (con fallos) irán a Almacén intermedio 5.

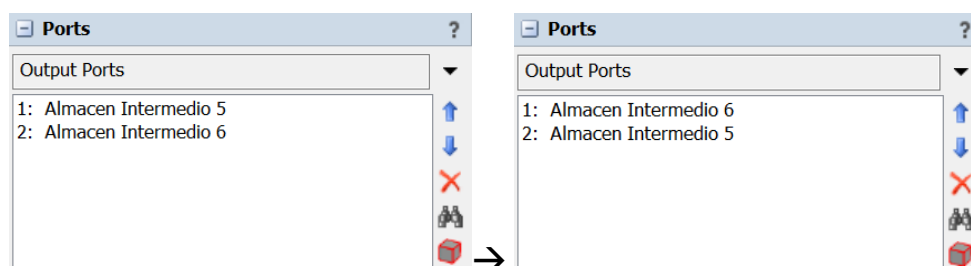


Por lo tanto, separamos las lámparas por porcentajes. En las propiedades del Processor “Montaje 3”, en Output → Send To Port, seleccionamos la opción “Random → By Percentage”. En el menú desplegable especificamos porcentaje por cada puerto de salida:

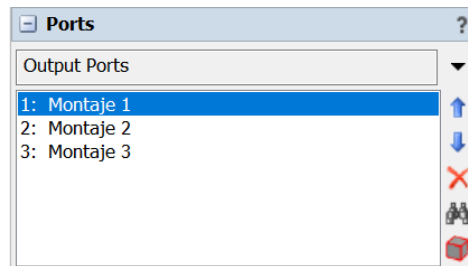
- Puerto de salida 1 se enviará el 90 % de las lámparas al Almacén intermedio 6.
- Puerto de salida 2, se enviará el 10 % de las lámparas al Almacén intermedio 5.



Como el Puerto de Salida 1 lo teníamos asignado al Almacén intermedio 5, y el Puerto de Salida 2 al Almacén intermedio 6, tenemos que cambiar el orden en el Processor “Montaje 3”, para que coincida con lo que acabamos de configurar en el parámetro anterior:

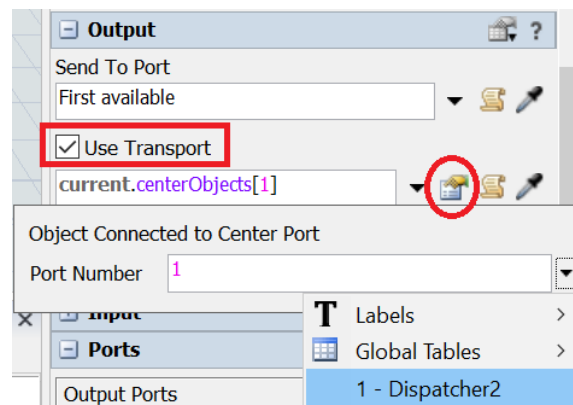


Antes de continuar, verificar que el Almacén Intermedio 3 tiene la siguiente configuración en los Puertos de Salida:



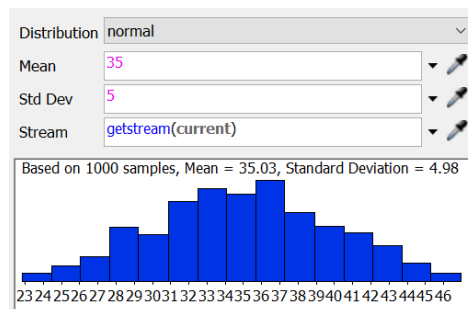
Continuando, desde el “Operario 1ª” (Processor “Montaje 2”) Y “Peón Novato” (Processor “Montaje 3”), las lámparas se depositan en almacén intermedio 5 de capacidad 10 Uds (configurar “max content” = 10).

Los dos operarios transportan las lámparas desde el Almacén intermedio 5 al Combiner “Operario Embalaje”. Por ello, hay que decirle al Almacén intermedio 5 que utilice dichos operarios para el transporte. Concretamente, en este caso, como son dos operarios, lo que se conectó al puerto central del Almacén intermedio 5 fue el elemento Dispatcher encargado de coordinar a los operarios. Por lo tanto, en el Almacén intermedio 5, en sus propiedades, seleccionamos *Output* → *Use Transport*, y a continuación, en el desplegable “1 – Dispatcher 2”, tal como se aprecia en la imagen:



Del Almacén intermedio 5, las lámparas van al Processor “Operario Especializado”, donde el operario especialista las arregla.

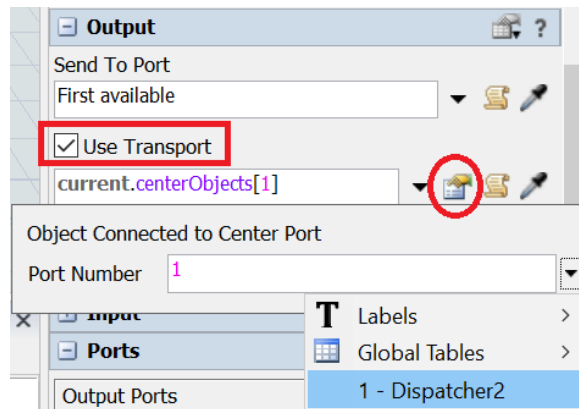
Tiempos de este proceso a añadir PT= Normal (35,5) y ST= Normal (35,5).



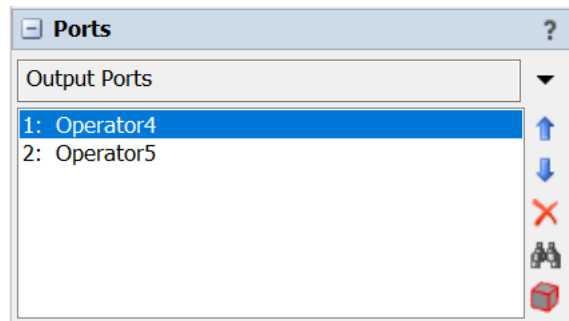
Desde el Processor “Operario Especializado” y desde los 3 operarios del montaje (Experto, 1ª y Peón), las lámparas pasan al Almacén intermedio 6 de capacidad 10 uds. (configurar “max content” = 10).

Los dos operarios anteriores también llevan las lámparas desde Almacén intermedio 6 al Combiner (“Operario Embalaje”).

Por lo tanto, en el Almacén intermedio 6, en sus propiedades, *seleccionamos Output → Use Transport*, y a continuación, en el desplegable “1 – Dispatcher 2”, tal como se aprecia en la imagen:

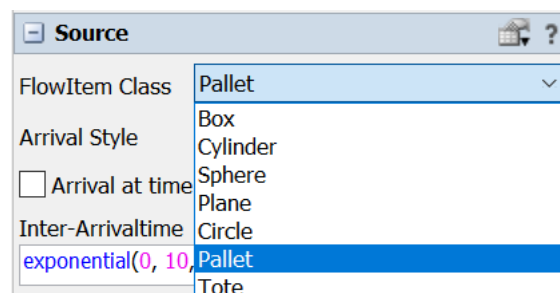


Comprobar desde el “Dispatcher 2” que los Puertos de Salida están conexcionados con los 2 operarios:

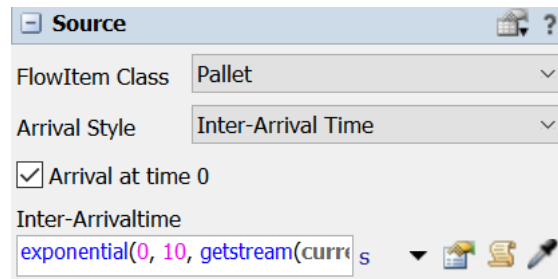


Del Almacén intermedio 6 los productos van al proceso de embalaje en cajas.

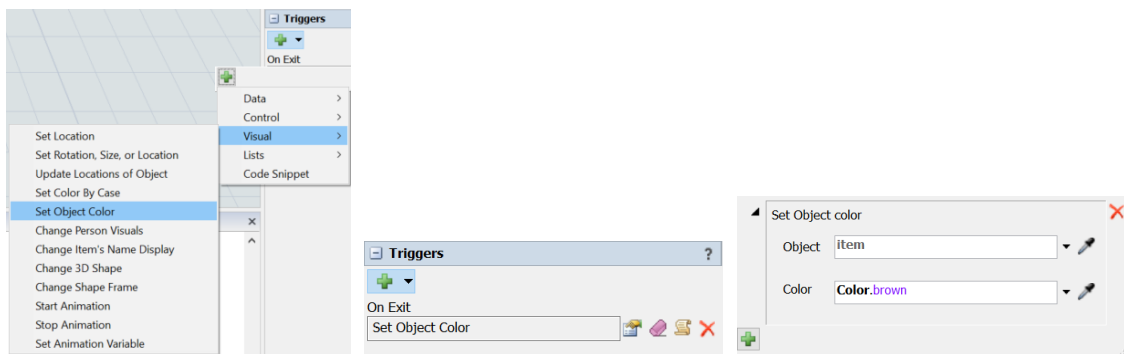
Por un lado, tenemos el Source “Operario Cajas”, al cual le cambiamos el nombre por “Caja” (suministrará al “Operario embalaje”). Y en el tipo de flowitem (FlowItem Class), definimos la forma, en este caso, cambiamos caja (box) por Pallet.



En el Source “Caja”, en el campo de tiempo entre llegadas “Arrival time”, seleccionamos “Arrival at time 0”. Al indicar que el tiempo entre llegadas es 0, siempre habrá barras disponibles.

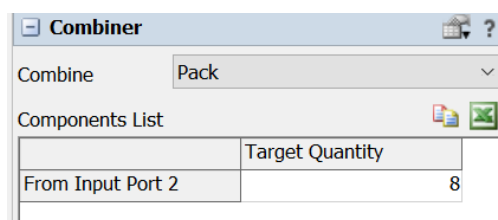


Debemos diferenciar estas piezas del Source “Caja”, por lo tanto, le asignamos el color Marrón. En trigger, seleccionamos +, y seleccionamos On exit, y volvemos a seleccionar + (en la derecha). En el menú, marcamos Visual, y seleccionamos “Set object color”, y en “color” seleccionamos el tipo de color (Color.brown):



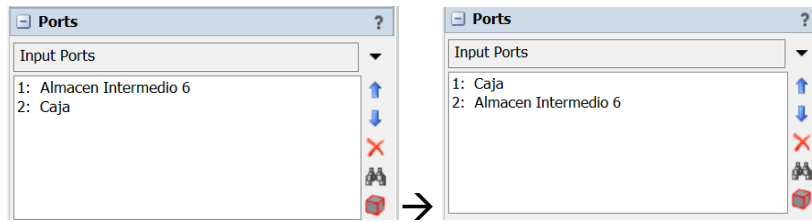
Ahora definimos el Combiner “Operario Embalaje” (que realiza el proceso de embalaje). En el SetUp Time, debe reflejarse que no hay tiempo de SetUp (0), y en el campo Process Time se introduce la constante de 10 seg (quizás por defecto ya lo tengamos así, pero verificar).

Ahora, dentro del Combiner “Operario Embalaje”, seleccionamos la pestaña “Combiner” de cara a introducir la cantidad de cada tipo de pieza que conforma el embalaje → Cambiamos 1 por 8.

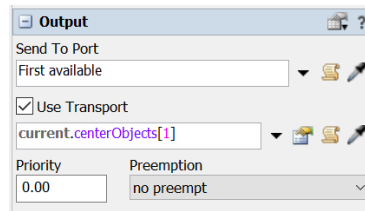


Aunque se han unido dos elementos al puerto de entrada del Combiner “Operario Embalaje” (Source “Caja” y Almacén intermedio 6), en la figura no se refleja la cantidad del Input Port 1 (el combiner toma por defecto la cantidad de 1). Solo hemos apreciado la cantidad del Input Port 2, el cual hemos cambiado de 1 a 8. Por lo tanto, los elementos que componen el embalaje y cuya cantidad sea 1, se deben unir al puerto de entrada 1 del Combiner “Operario Embalaje”. **En este caso se debe unir la caja.**

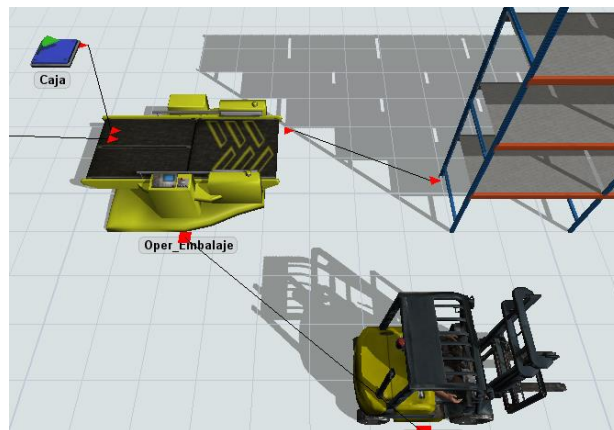
Por lo tanto, en el Combiner “Operario Embalaje” debemos revisar que elementos se han unido a cada puerto de entrada, y posicionar la “Caja” en el Puerto de entrada 1 (*ver imagen*):



El Transporter (carretilla elevadora) debe llevar las cajas desde el Combiner “Operario Embalaje” al Almacén Final (Rack). Hay que marcar en el Combiner “Operario Embalaje” que utilice el Transporter (carretilla elevadora): Output → Use Transport



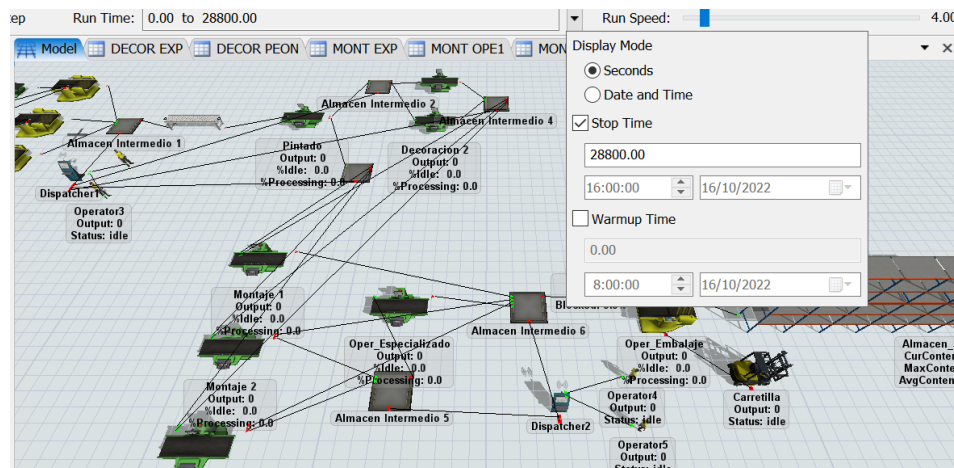
Del Combiner “Operario Embalaje”, con la carretilla elevadora (transporter), las cajas se llevan al lugar especificado en las estanterías del rack “Almacén Final” (configurar “max content” = 10.000) colocadas en stocks momentáneos antes de salir de la fábrica. Este Almacén Final (rack) *se sitúa a 4 metros en horizontal (“4 cuadrados”)* de la zona de embalaje Combiner “Operario Embalaje”.



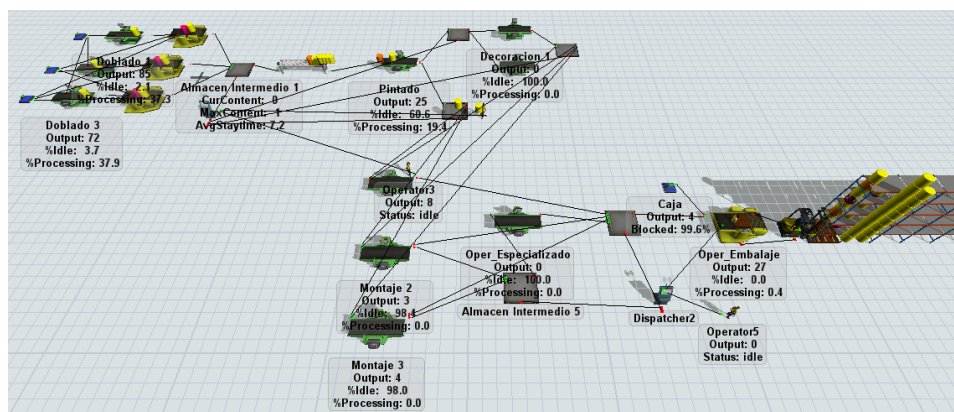
En el Transporter (carretilla elevadora) no modificamos ningún parámetro.

## RESETEAR Y RUN.

1. Revisar funcionamiento normal.
2. Visualizar también las estadísticas rápidas en los distintos elementos del proceso: “View Style >> Name Style >> Show names and Stats” (*ver siguientes dos imágenes*).
3. Solución a las cuestiones planteadas en la práctica, acompañándose de informes estadísticos y dashboards (como vimos en la Práctica 3).
  - 1.- ¿Cuántas lámparas han sido ensambladas por el operario experto?
  - 2.- ¿Cuántas lámparas han pasado por el centro especial?(Processor “Operario Especializado”)
  - 3.- ¿Cuántas cajas de lámparas se han almacenado?
  - 4.- ¿Cuál es su opinión de la asignación de trabajo y de la capacidad de la planta?
4. Tiempo de simulación 8 horas (28.800 seg)  
Para simular un tiempo concreto en la barra de menú superior, procedemos a indicarlo (*ver siguiente imagen*).



## Modelo funcionando:



## Bibliografía:

Verdecho, Sáez, María José, and Saiz, Juan José Alfaro. Ejercicios resueltos mediante el software Flexsim, Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2014. ProQuest Ebook Central.