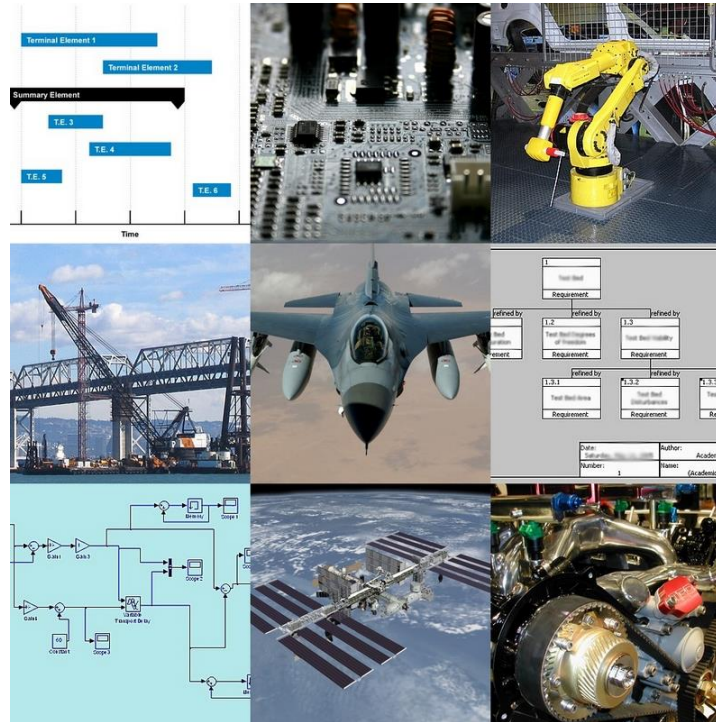


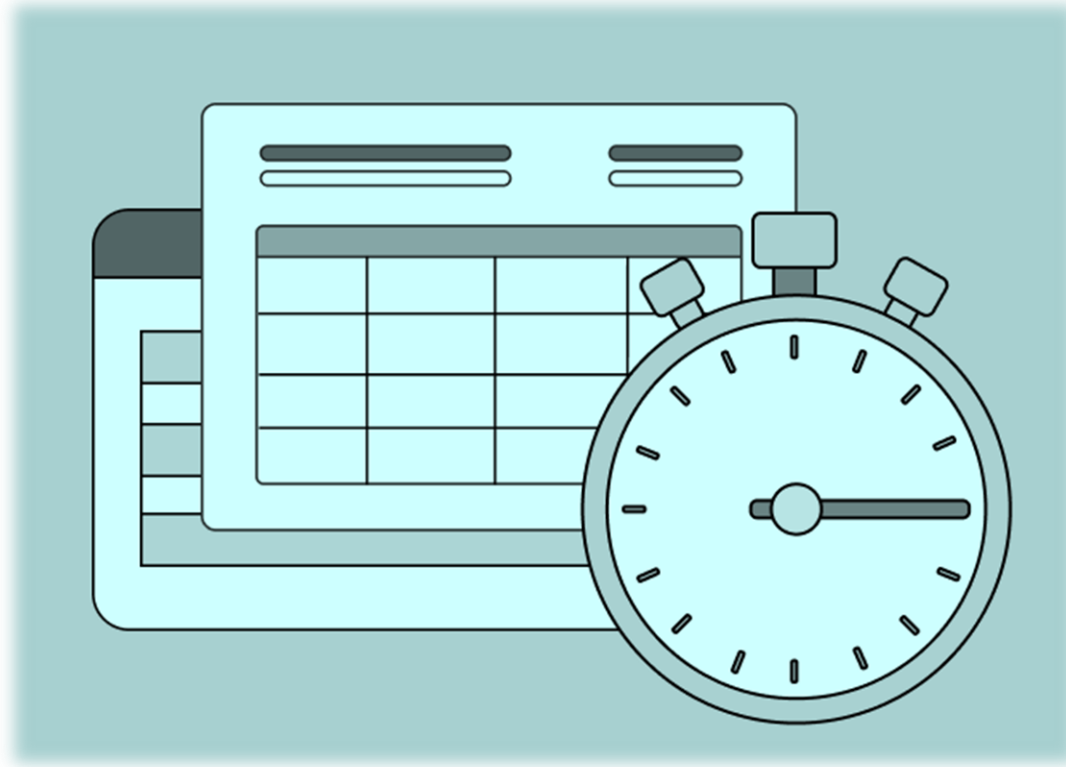
MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS



Dr. D. Javier González Monroy
Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE EVENTOS DISCRETOS





TIEMPOS DE TRANSFERENCIA
STATIONS & ROUTES

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Tiempos de Transferencia

Uno efecto importante que aporta realismo a los modelos es **el tiempo de transporte entre los diferentes componentes del Sistema**. Para ello vamos a modificar el sistema actual de forma que el tiempo de transferencia de las entidades en su flujo entre las diferentes partes (estaciones) sea de 2 minutos (no instantáneamente como ahora).

Esto incluye modificaciones en:

- Llegada de piezas a cada proceso
- Salida de piezas desde cada proceso
- Contabilizar tiempos



Nota: Por ahora modelaremos “tiempos de transferencia fijos”, es decir, sin importar las distancias recorridas u otros factores.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Nuevos Módulos - Station



Nodo Station – Representa un lugar físico o lógico donde ocurre algún tipo de actividad/proceso.

- Llegadas, entrada a un proceso, salidas...
- Punto de entrada a una porción del modelo lógico

Station

Name: Station Name Station Type: Station

Station Name: Station 1

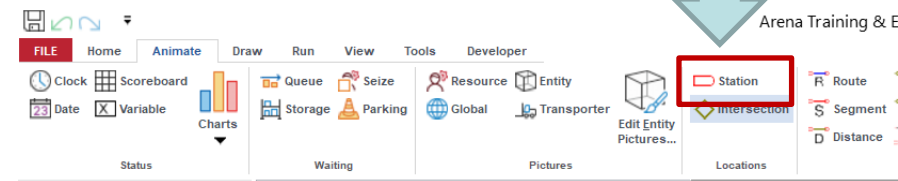
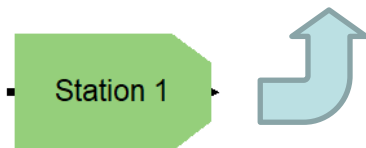
Parent Activity Area: Associated Intersection:

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

Animación: Station marker (Animate Toolbar)

representa una estación desde el punto de vista de la animación.

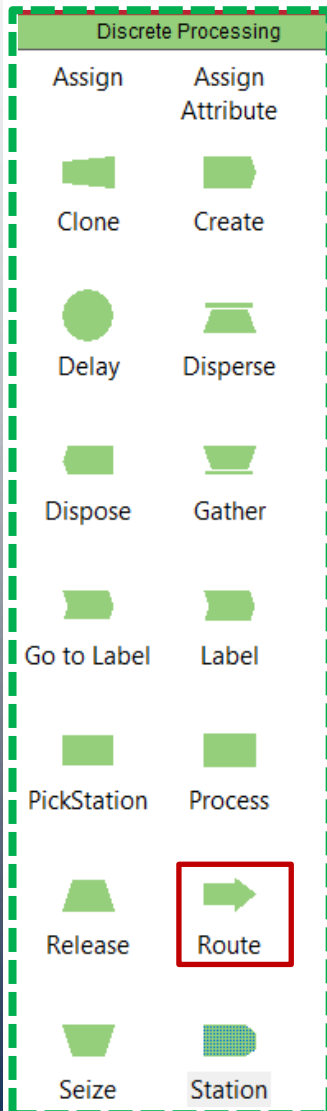


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Nuevos Módulos - Route

Nodo Route – Nos permite modelar los tiempos de transferencia entre **Estaciones** del sistema.



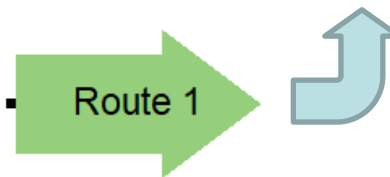
Route

Name: Route 1

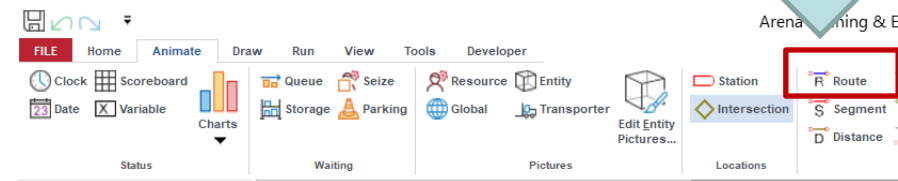
Route Time: 0. Units: Hours

Destination Type: Station Station Name: Station 1

OK Cancel Help



Animación: Route paths
(Animate Toolbar)



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Añadiendo Rutas

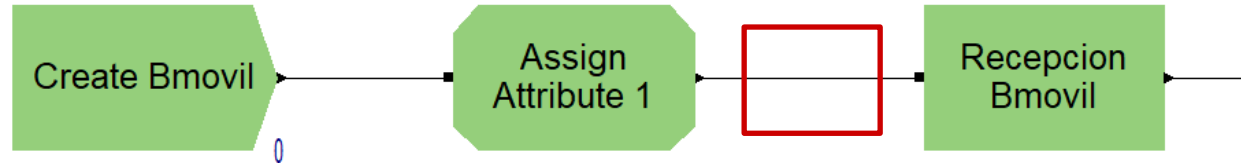
Los pasos para añadir rutas al modelo son:

1. **Desconectar** todas las entradas de los nodos “**process**”, borrando las conexiones de entrada. Por ejemplo, para la llegada de las entidades (A y B), borrar la conexión_desde el módulo “Assign” al módulo “Process” de preprocesamiento.
2. Reemplazar dicha conexión por un par de nodos “**Station**”+“**Route**”
 - Módulo “**Station**” define la localización actual de la entidad.
 - Módulo “**Route**” envía la entidad a otra estación, indicando el tiempo de ruta y la estación destino.
 - **Importante:** Entre un Route y la siguiente estación NO hay conexión directa.

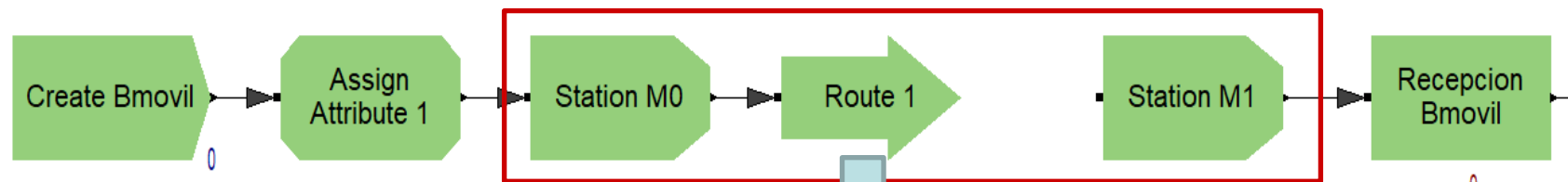
MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Añadiendo Rutas



¿Cuánto tiempo tardan en llegar las entidades desde que entran al sistema, hasta que llegan a la Recepción?



Route configuration dialog box showing the following settings:

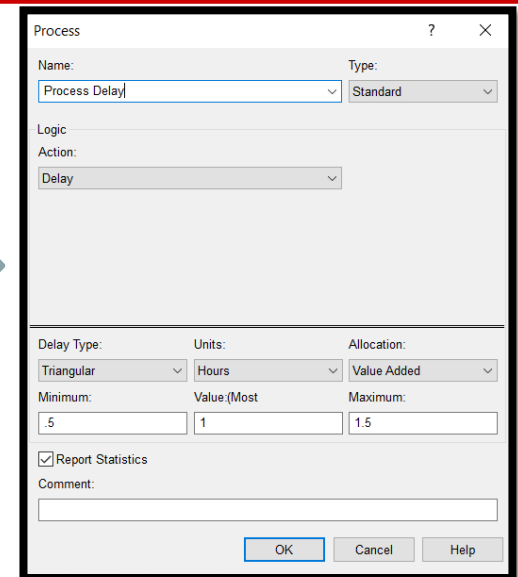
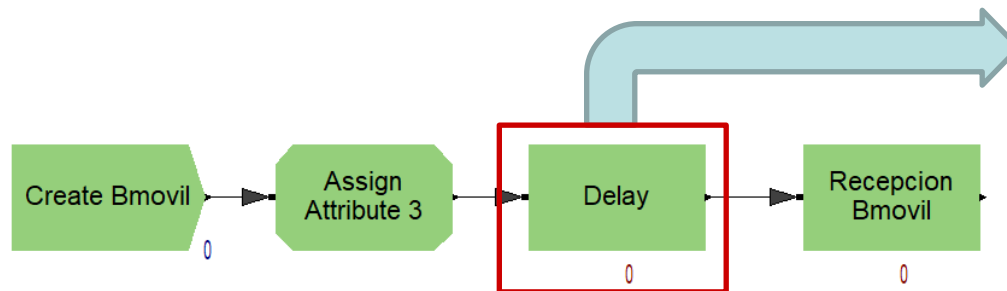
Route	
Name:	Route 1
Route Time:	EXPO(2.4)
Units:	Minutes
Destination Type:	Station
Station Name:	Station M1

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Tiempos de Transferencia: Retardos

- **Opción más simple.** Hacemos un “Process:delay” para modelar la transferencia usando un nodo “process” con “**type: delay**”. De esta forma NO se toman recursos, tan solo se modelan retardos.
- En realidad, funcionaría desde el punto de vista de los resultados, pero no se apreciaría desde el punto de vista de la animación.



Process		
Name:	Type:	
Process Delay	Standard	
Logic		
Action:		
Delay		
Delay Type: Units: Allocation:		
Triangular	Hours	Value Added
Minimum:	Value (Most)	Maximum:
.5	1	1.5
<input checked="" type="checkbox"/> Report Statistics		
Comment:		
OK Cancel Help		

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Tiempos de Transferencia: Retardos



Alternativamente,
Podemos usar un
modulo “**Delay**”

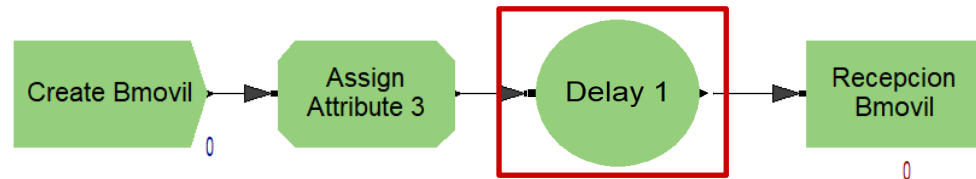
Delay

Name: Allocation:

Delay Time: Units:

Comment:

OK Cancel Help





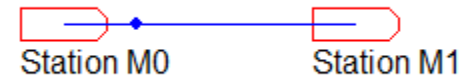
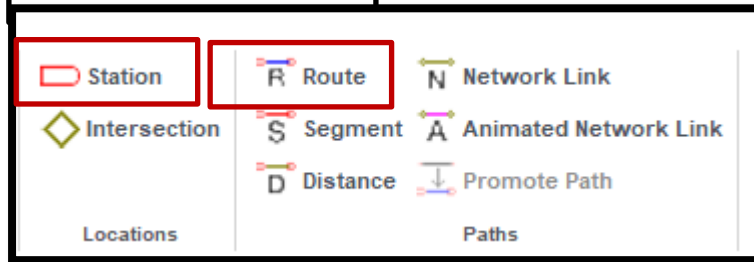
ANIMACIÓN DE RUTAS STATIONS & ROUTES



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

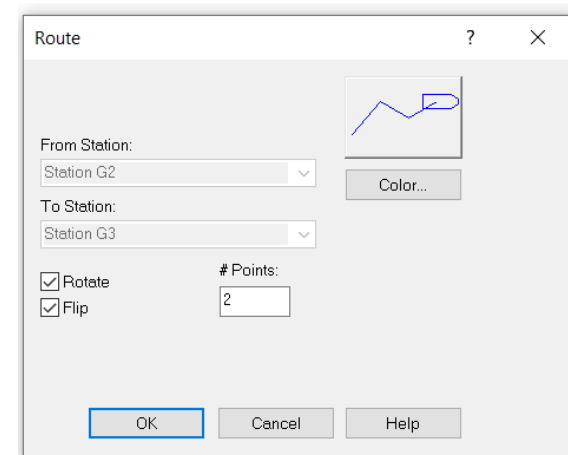
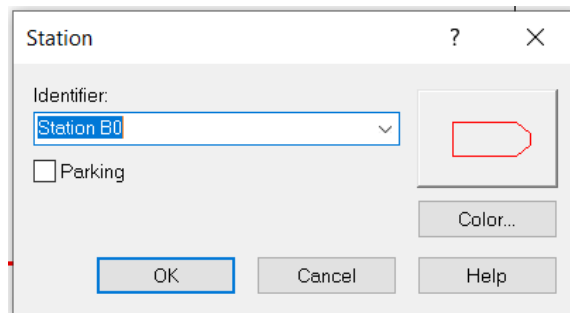
Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Animando Rutas

Animate Toolbar



- Colocar un identificador  Station para cada estación en el modelo.
- Conectar cada dos estaciones con su ruta correspondiente usando el botón de ruta  Route
- Hay opciones de visualización que configuran cómo se desplazan las entidades por la ruta.

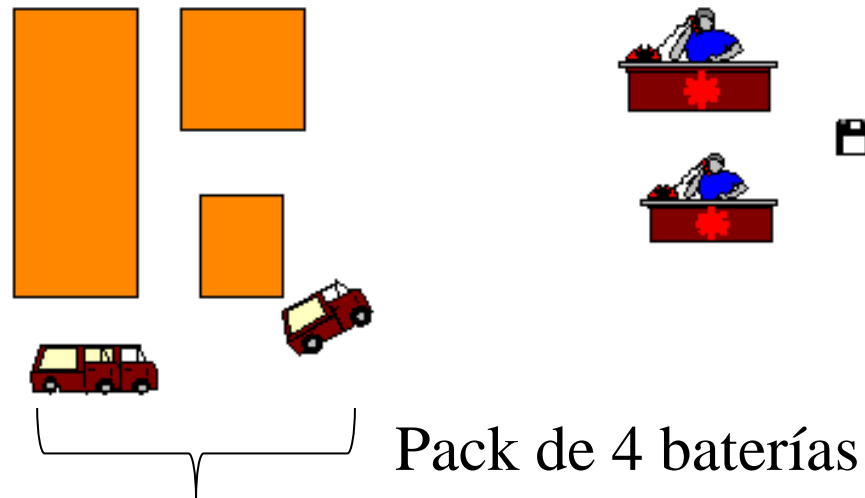


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Animando Entidades

- Las entidades **BCoche** llegan en bloques de 4
 - Si usamos un tiempo de transferencia constante, estas viajan juntas, por lo que sólo se ve una entidad en la animación.
 - Solución: usar un tiempo de ruta aleatorio, e.g. **EXPO (2)** ...

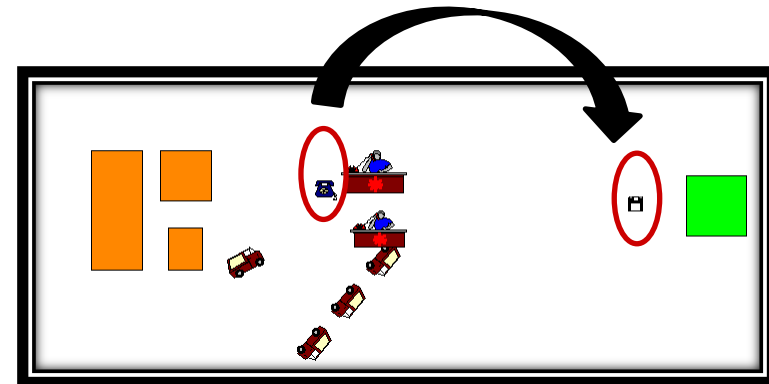
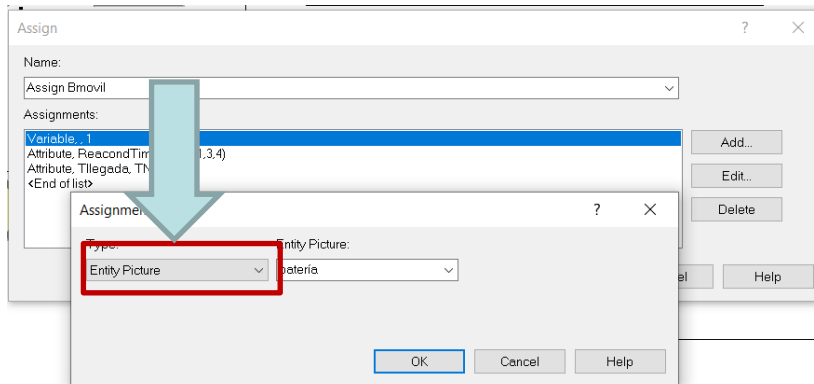


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Animando Entidades

- Cambiando la animación de las entidades:
 - Podemos usar un módulo “**Assign**” en cualquier punto del modelo y modificar el atributo “**Entity Picture**” introduciendo un nombre nuevo para cambiar su icono en la animación.
 - Igualmente, podemos crear y editar nuevos iconos en:
Menú Edit > Entity Pictures

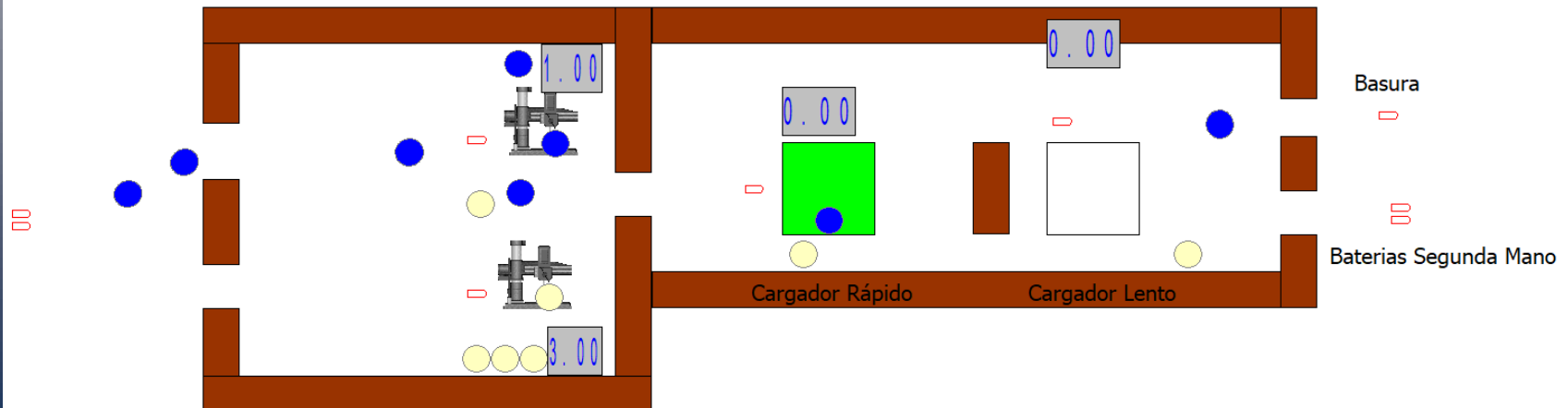
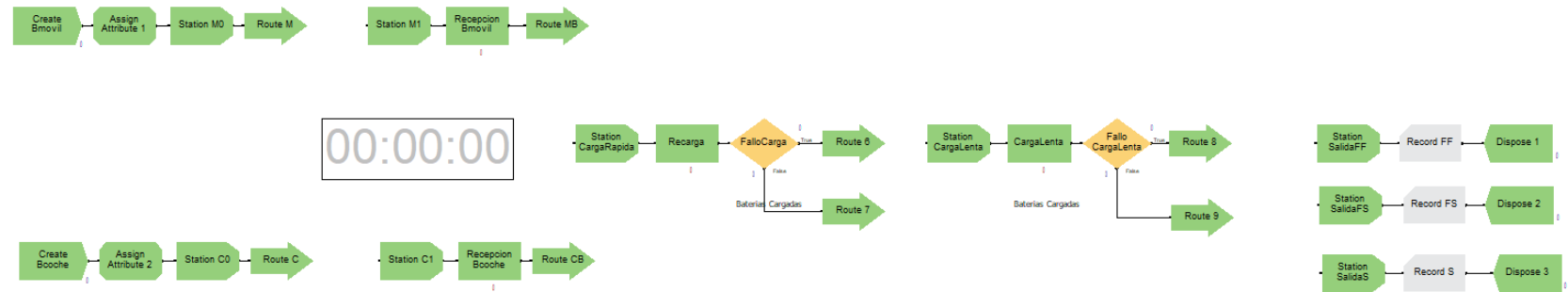


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV

Sistema Recarga de Baterías Transferencias





ANIMACIÓN DE RUTAS STATIONS & ROUTES

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Guardando Datos Estadísticos

- Arena permite guardar datos de las simulaciones a archivo para:
 - Analizar medidas del sistema que no están en Arena por defecto
 - ej., % del tiempo que la longitud de la cola > 5
 - Para postprocesar los datos con el **Output Analyzer**
 - Los plots desaparecen cuando se termina la simulación
 - Análisis estadístico de los resultados
 - Para exportar a otras aplicaciones (hojas de cálculo, etc.)
- Podemos guardar los registros datos, contadores, variables definidas por nosotros (Tciclo), etc.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

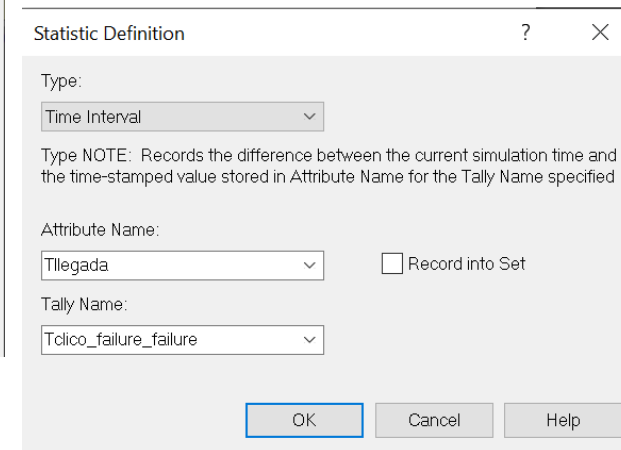
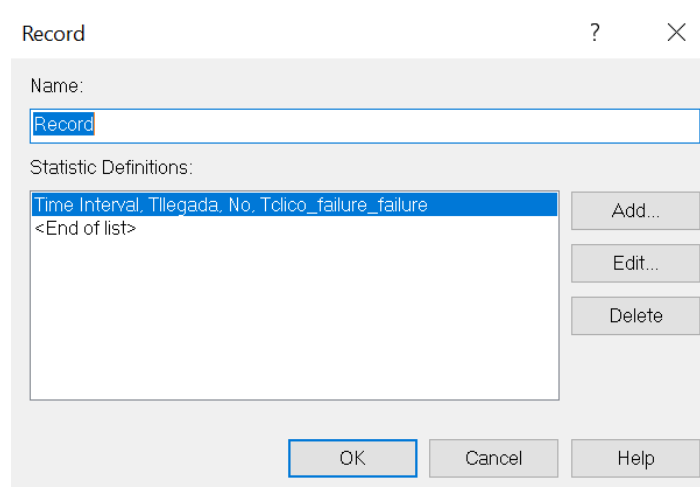
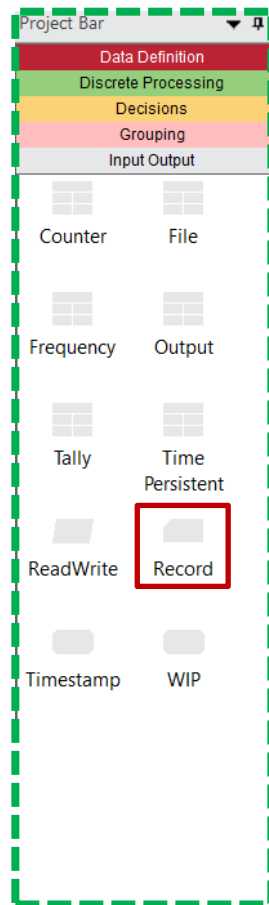
Tema 4: Modelado Básico con Arena

Módulo Record

Nodo usado para recoger/calcular valores estadísticos

Arena recoge estadísticos por defecto, pero no siempre todos los que se necesitan. Por ejemplo el **Tiempo en el sistema** (Tciclo), de las piezas que salen del sistema.

Los módulos **Record** se pueden situar en cualquier punto del flujo para recoger diferentes tipos de estadísticos.



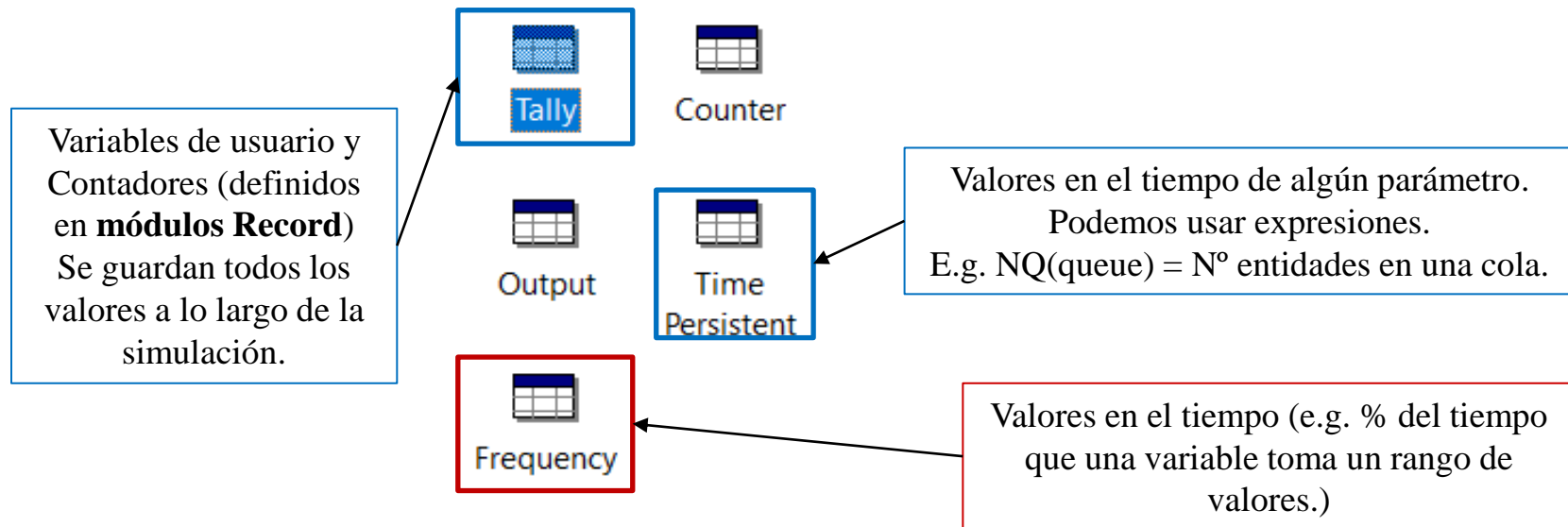
MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Sistema de Reciclado IV: Guardando Datos Estadísticos

Vamos a distinguir dos tipos de variables:

- **TimePersistent** → Son valores que dependen del tiempo (e.g tamaño de una cola). Por ello el archivo.dat que se guarda contiene el valor de la expression deseada, junto con el tiempo en que ocurrió.
- **Tally (números)** → Valores que no dependen del tiempo (e.g. Tciclo), sino que están basados en observaciones.



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

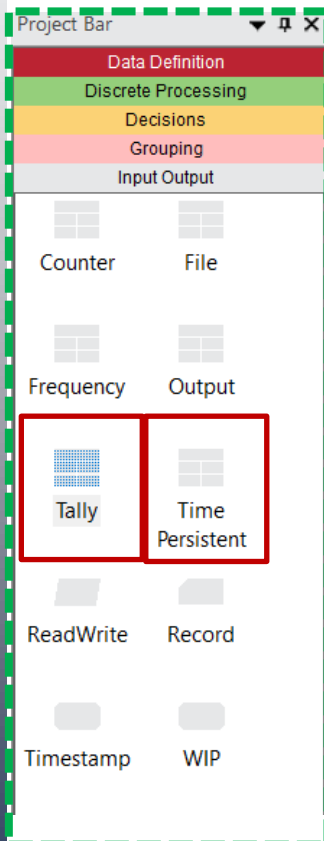
Sistema de Reciclado IV: Guardando Datos Estadísticos

Input Output Panel

Por defecto guarda los datos en un formato “binario” (*.dat)

Definimos por separado los estadísticos que queremos guardar a archivo, indicando un nombre para cada uno.

Para el caso de TimePersistent, tenemos que definir la expression que se desea monitorizar.



Tally - Statistics		
	Name/Report Label	Output File
1	Tciclo_failure_failure	TcicloFF.dat
2	Tciclo_failure_success	TcicloFS.dat
3	Tciclo_success	TcicloS.dat
Double-click here to add a new row		



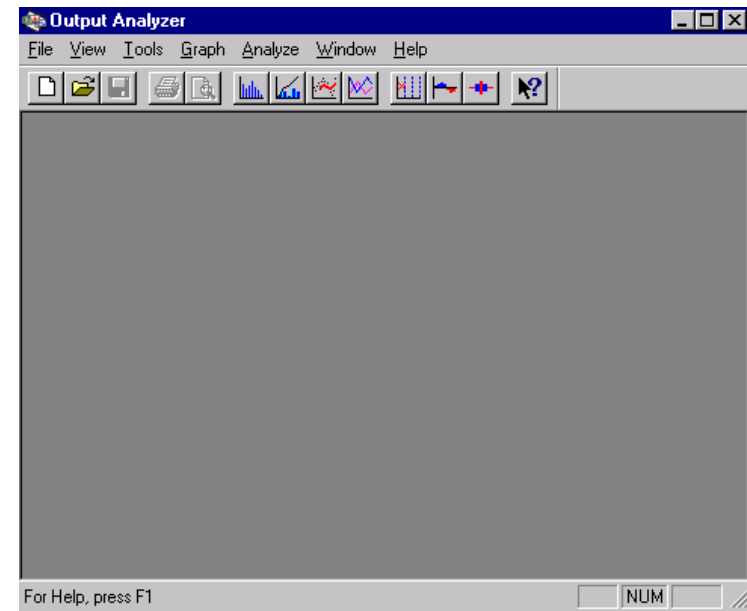
VISUALIZANDO RESULTADOS
OUTPUT ANALYZER

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer

- Aplicación separada de Arena
- Lee archivos binarios procedentes de Arena (*.dat)
- Ofrece varias clases de presentación y análisis de los datos importados desde Arena.
- Por ahora: sólo usaremos las funciones de presentación



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

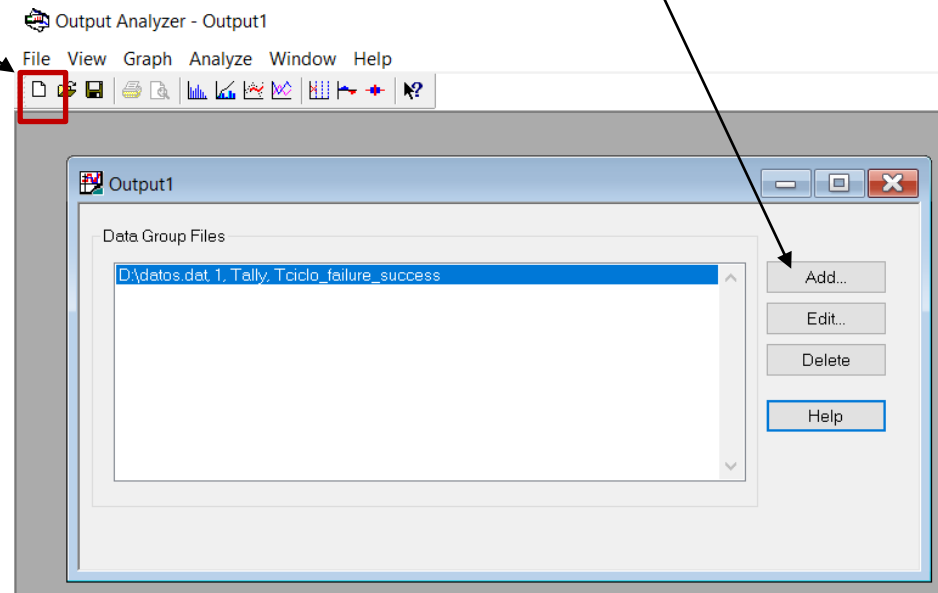
Arena: Output Analyzer

- **Data Groups:** El Output Analyzer trabaja con conjuntos de datos (*.dgr), pudiendo analizar resultados de diferentes archivos y/o simulaciones de Arena (*.dat).
- Aconsejable (no imprescindible) definir y trabajar con un **data group**
>>File - New

Facilita la tarea al trabajar con un conjunto de estos archivos de datos.

Se guarda en un archivo llamado **nombre.dgr**, para seguir trabajando más tarde.


Añadimos los archivos de datos de Arena (*.dat)

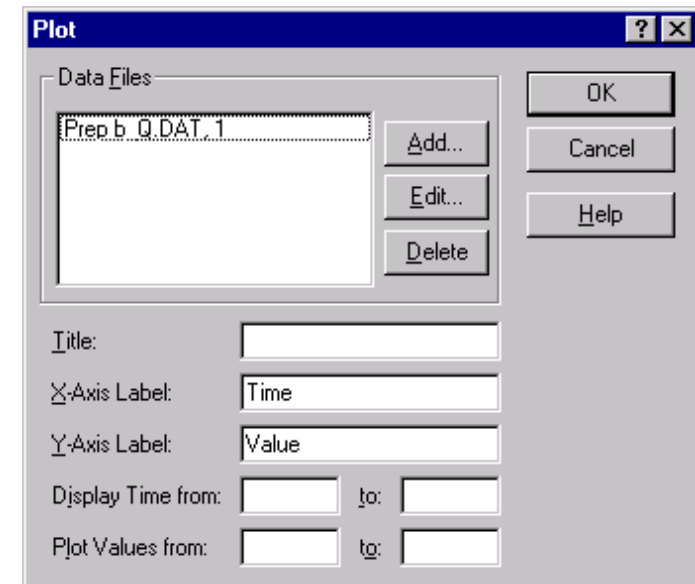
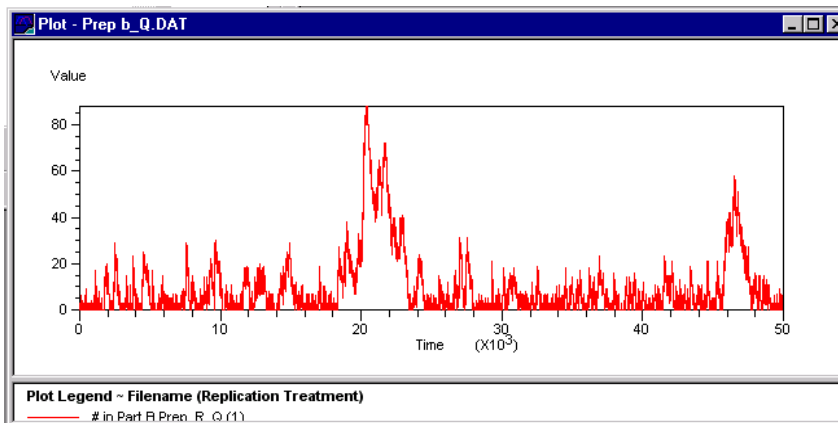
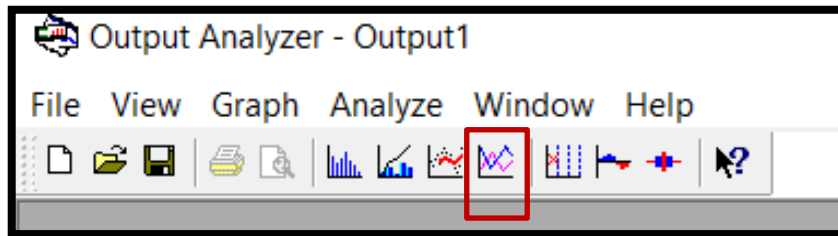


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer

- **Plot** de datos (Time Persistent)
 - *Graph/Plot* o 
 - Se pueden superponer varios plots
 - Opciones para Plot, Title, Axis Labels, Rango de ejes

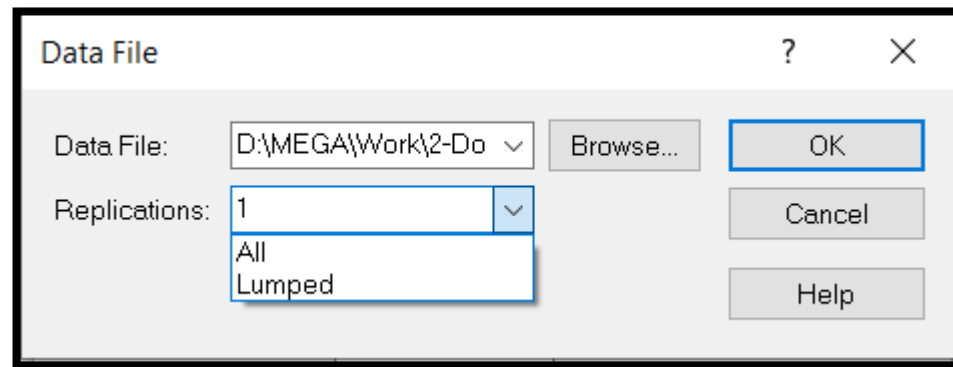


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Selección de Réplicas

- **Selección de Réplicas:** Al seleccionar un archivo de datos.dat, tenemos la opción de seleccionar:
 - **X:** una réplica específica (indicando su índice 1, 2, ...)
 - **All:** Todas las réplicas de la simulación. Se analizan independientemente.
 - **Lumped**(aglomeradas): une todas las réplicas en una sola serie temporal y lo analiza.

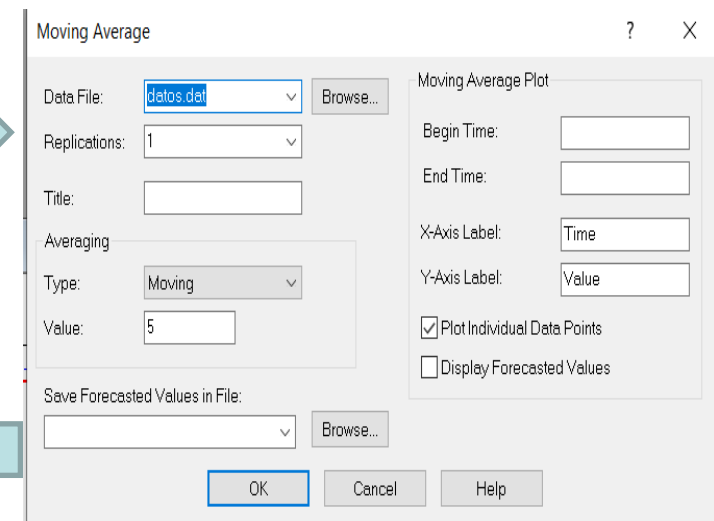
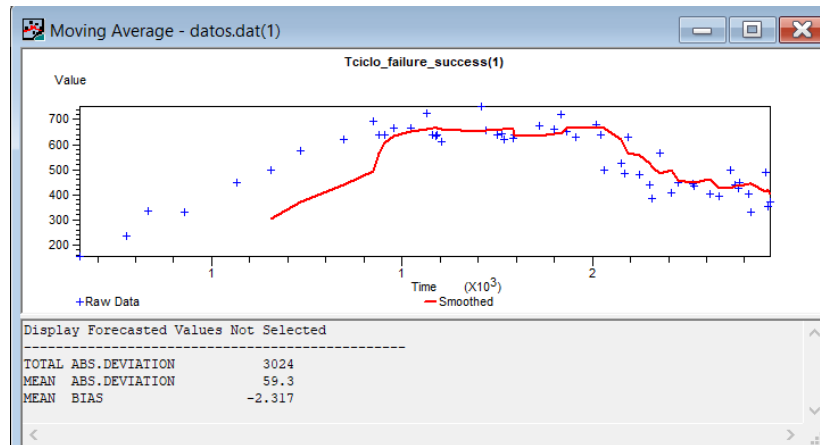
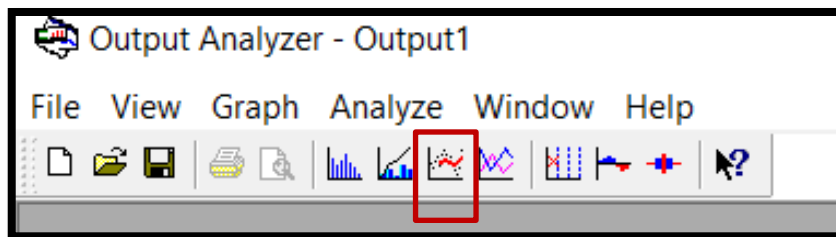


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer

- Moving-average plots*** (Gráfico de línea de Medias Móviles): Filtrado paso bajo de los datos para “suavizar” en el tiempo.
 - Valor del tamaño de la ventana de medias móviles
 - Suavizado ventana deslizante, exponencial o Cumulativo

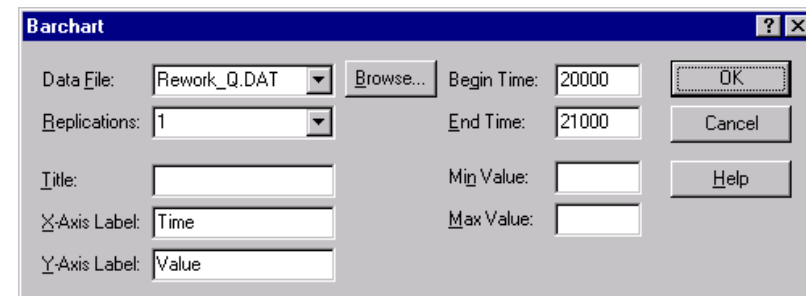
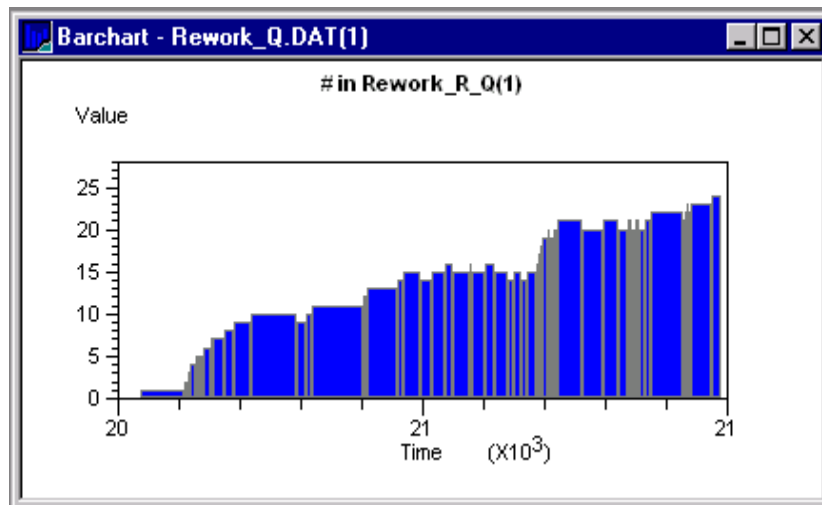
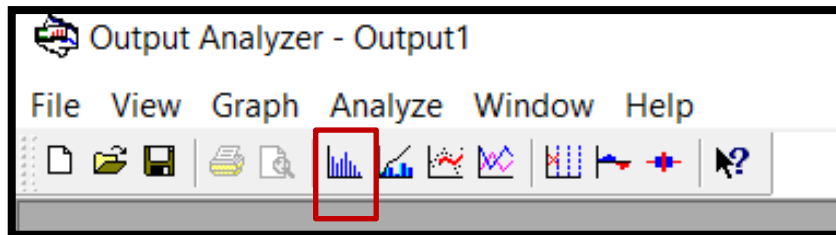


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer

- **Barcharts:** Diagrama de barras, Similar a un Plot pero con una apariencia diferente

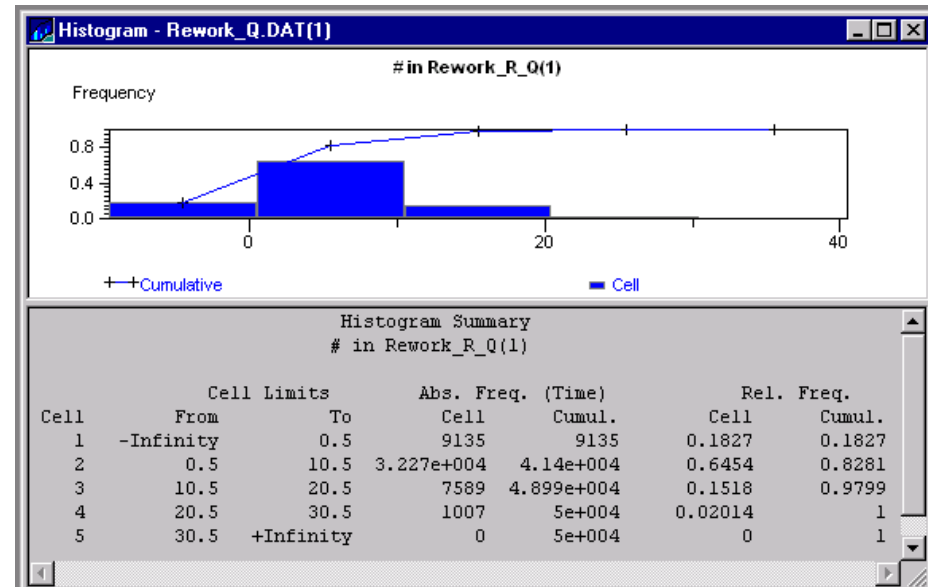
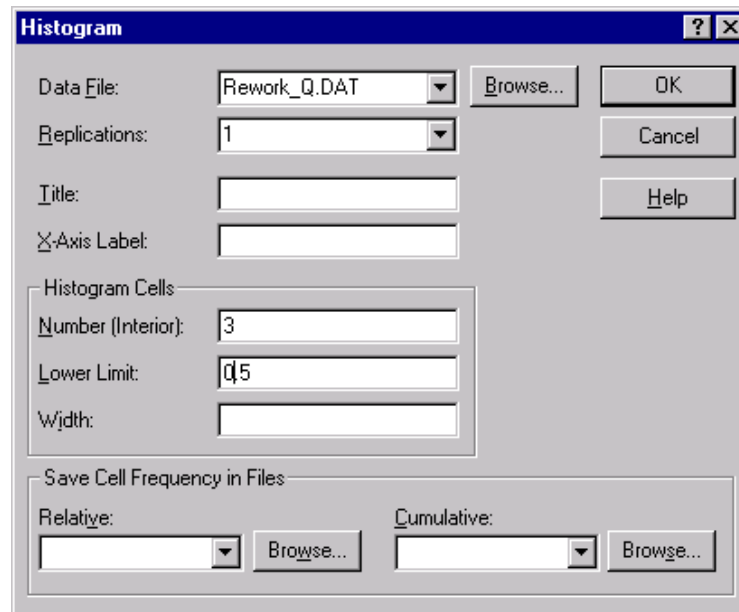
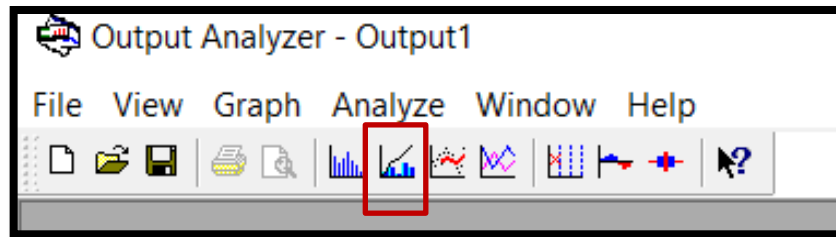


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer

- **Histograms** de datos (Tally)



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

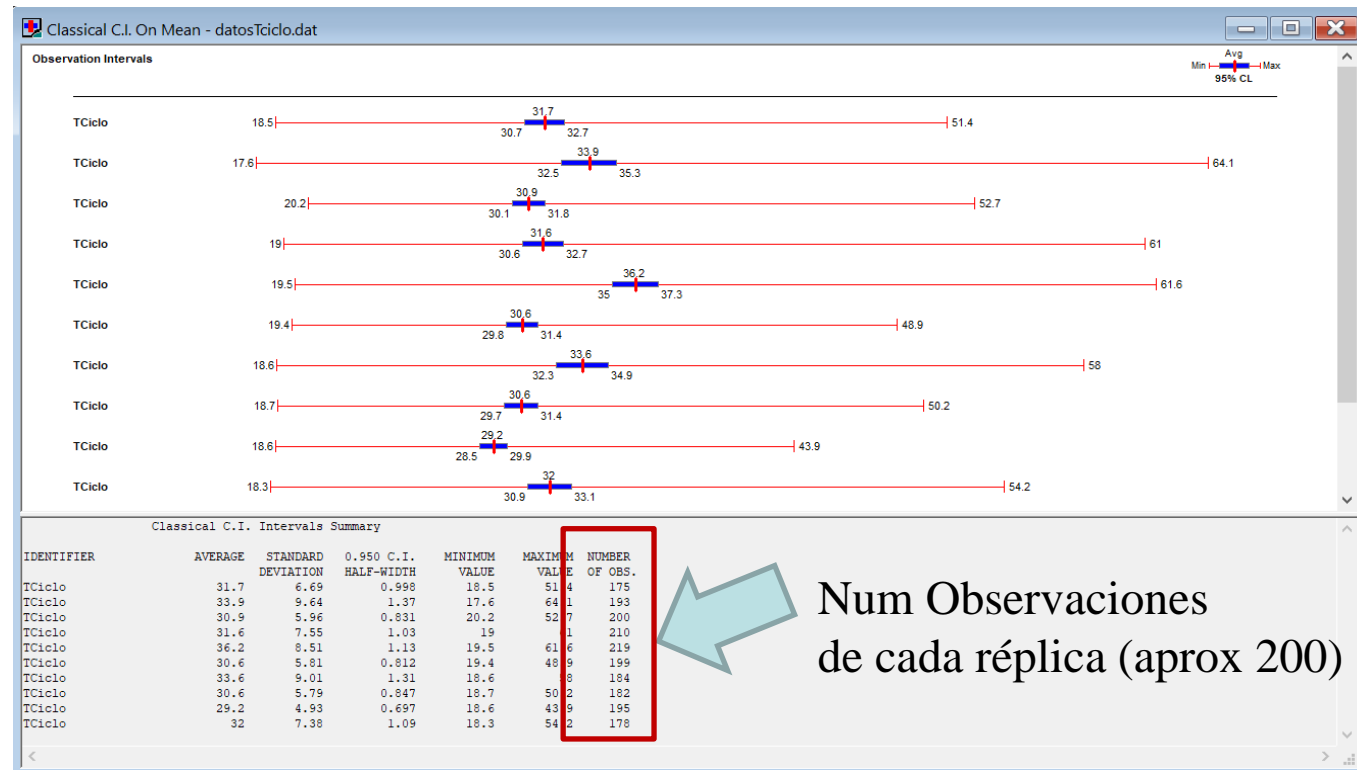
Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Selección de Réplicas

Ejemplo: Gráfico del **Confidence Interval** para una simulación con 10 réplicas. Se muestra el tiempo de Ciclo, tras seleccionar la opción “All”.

10 réplicas

10 réplicas

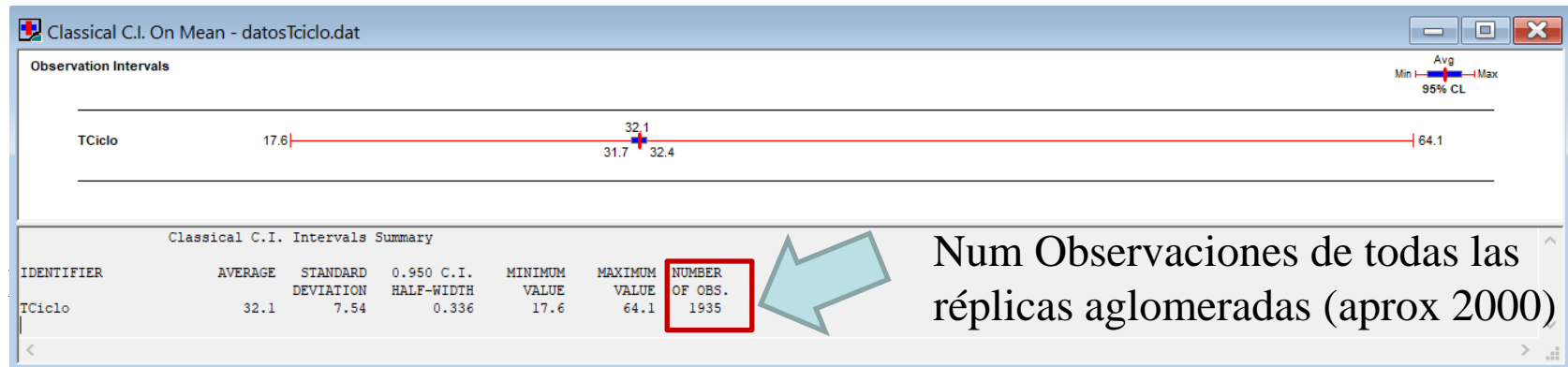


MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Selección de Réplicas

Ejemplo: Gráfico del Confidence Interval para una simulación con 10 réplicas. Se muestra el tiempo de Ciclo, tras seleccionar la opción “**Lumped**”.



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Comparando resultados

- *A tener en cuenta:* Si comparamos los Tciclo que hemos calculado con Arena (a) usando los datos del report y (b) analizando los datos en el Output Analyzer, podemos ver que **NO coinciden**. En esta caso el report nos está calculando la media (Average) de los valores medios de cada replica. Por el contrario, en el OA estamos calculando la media de todos los datos juntos. **Cuidado con las comparativas!**

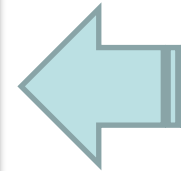
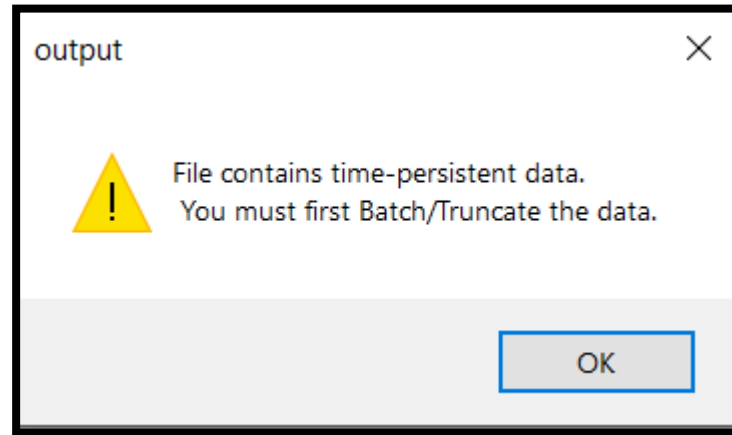
Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Tciclo_failure_success	250.48	38.29	100.99	690.73	11.5670	936.80
Tciclo_success	45.2950	3.96	28.3134	89.1242	3.7824	356.52
Tciclo_failure_failure	258.73	42.44	71.7532	701.29	10.8448	1023.12

Classical C.I. Intervals Summary						
IDENTIFIER	AVERAGE	STANDARD DEVIATION	0.950 C.I. HALF-WIDTH	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	NUMBER OF OBS.
Tciclo_failure_failu re	263	194	16.4	10.8	1.02e+003	544
Tciclo_failure_succe ss	259	187	7.83	11.6	937	2193
Tciclo success	45.8	38.5	0.437	3.78	357	29780

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Batch/Truncate



Time Persistent

Algunos análisis estadísticos/gráficos requieren que los datos estén “**truncados/agrupados**” cuando se trabaja con variables del tipo “**Time Persistent**” (esto no ocurre con los datos que no dependen del tiempo, como el caso del Tciclo).

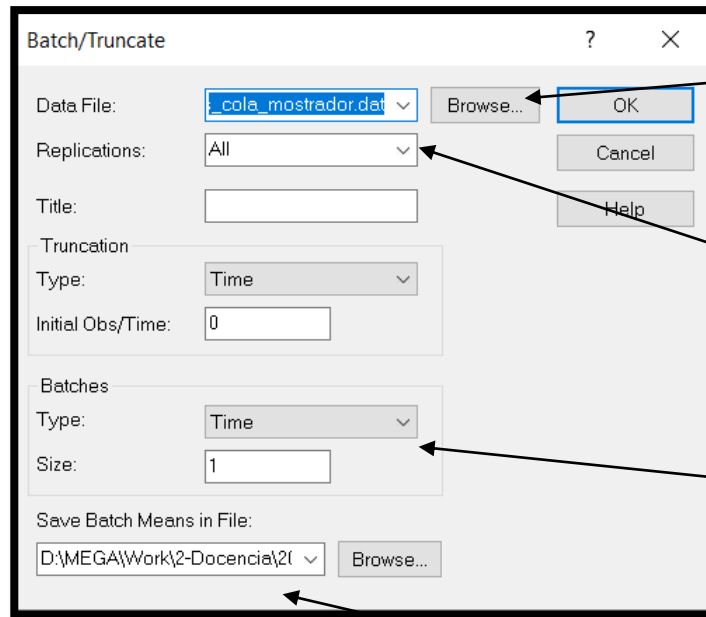
Solución Posible: Usar la opción “**Batch/Truncate**” del Output-Analyzer.



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Tema 4: Modelado Básico con Arena

Arena: Output Analyzer – Batch/Truncate



Seleccionamos el archivo.dat que contiene la variable Time Persistent

Aplicamos el proceso a las réplicas deseadas o a todas (All)

Generamos batchs/grupos de un tiempo representativo. En este caso, de 1 minuto de tiempo.

Guardamos el archivo como *.flt. Este archivo será el que usemos posteriormente para poder obtener las gráficas en el Output Analyzer.

Ejercicio

Modela el sistema con la información anterior:

- Incluye tiempo de transporte entre cada par de puntos de la cadena de montaje con un tiempo EXP(2) minutos.
- *Almacena en un fichero el **Tiempo de Ciclo** de las piezas enviadas y visualízalo en **Output Analyzer** como **intervalo de confianza**.*
- *Almacena la **longitud de las colas** en ficheros independientes y visualízalos como **plots** en Output Analyzer.*