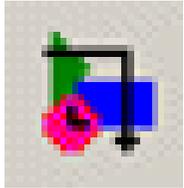


Universidad Nacional de Tucumán

CONTROL DE PROCESOS

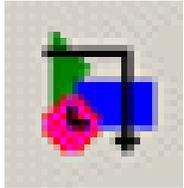
Experimento de Simulink

Guía para crear un modelo en Simulink



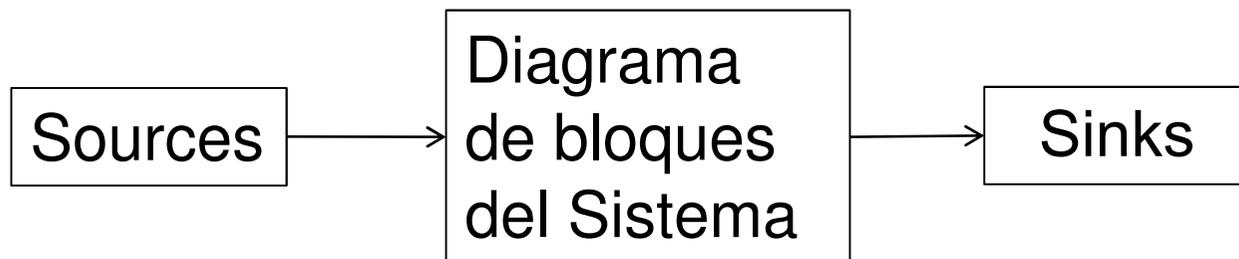
Creación de nuevo modelo en Simulink

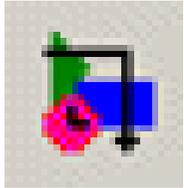
- Para editar un modelo
 - Abrir la ventana de un nuevo modelo
 - Conectar los bloques
 - Añadir bloques
 - Cambiar el tamaño de los bloques
 - Modificar etiquetas y añadir anotaciones
 - Parametrizar los bloques y la simulación
 - Ejecutar y modificar
- Guardar un modelo (formato Simulink y .m)
Abrir un modelo desde Matlab



Elementos de un modelo Simulink

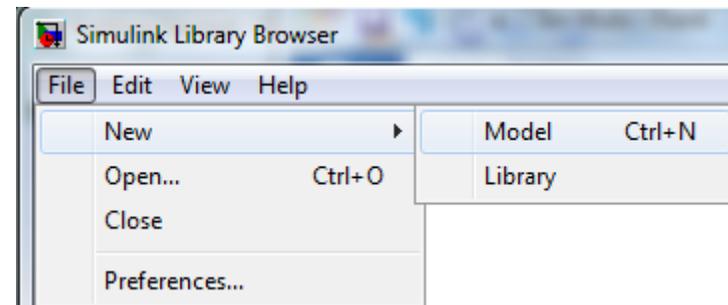
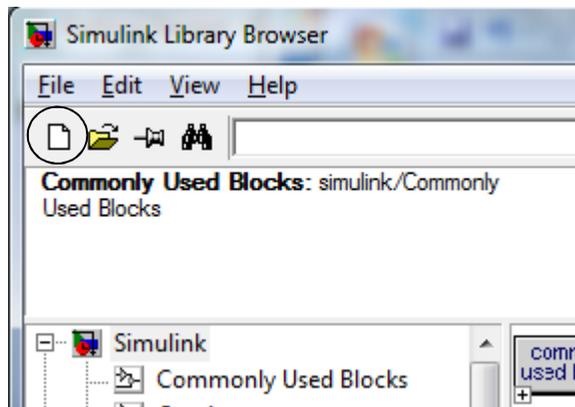
- Un modelo Simulink típico consiste de tres elementos:
 - Entradas, Sources o inputs
 - Constantes, generadores de funciones (ondas senoidales, escalón o señales creadas en Matlab)
 - Sistema modelado, representado por el diagrama de bloques
 - Salidas, Sinks u outputs
 - Gráficos, osciloscopios, ficheros

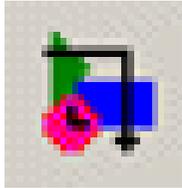




Abrir ventana de nuevo modelo

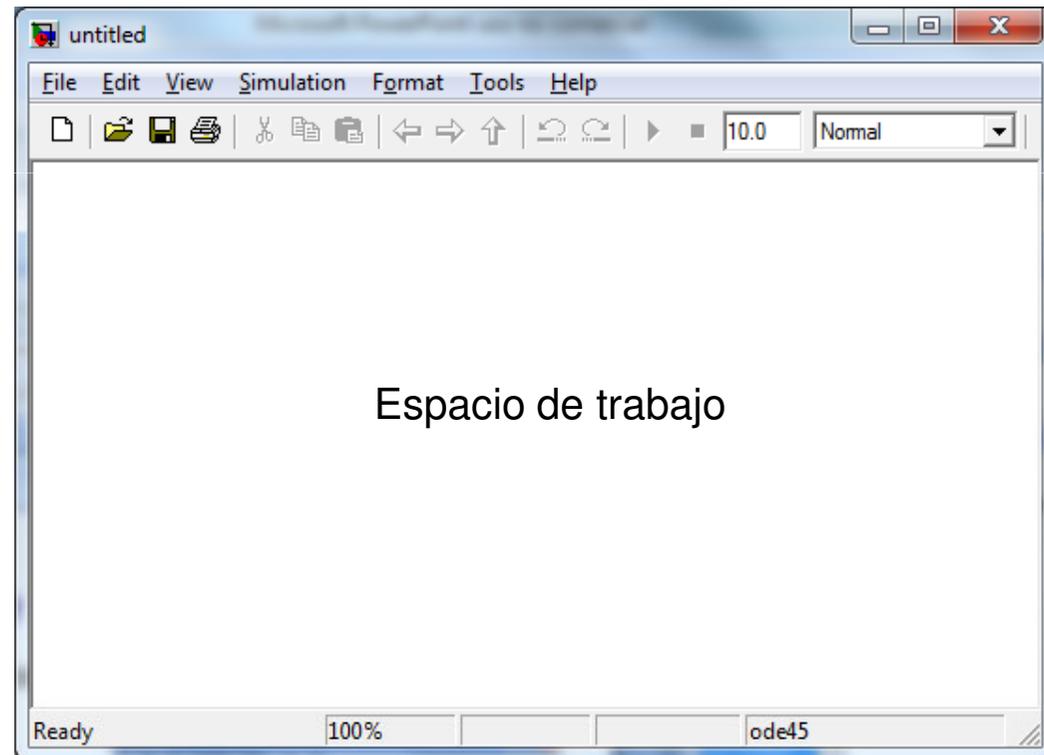
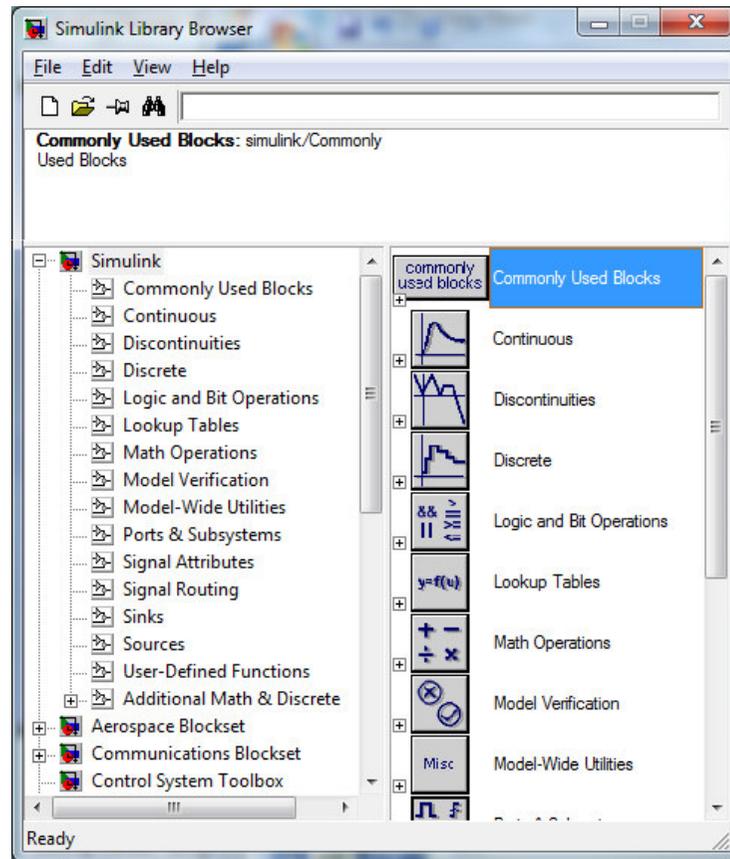
- Para crear un modelo en Simulink se pulsa sobre el icono New model  del Simulink Library Browser o se selecciona File → New → Model



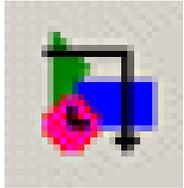


Espacio de trabajo

- En el espacio de trabajo se colocarán los diagramas de bloque del modelo

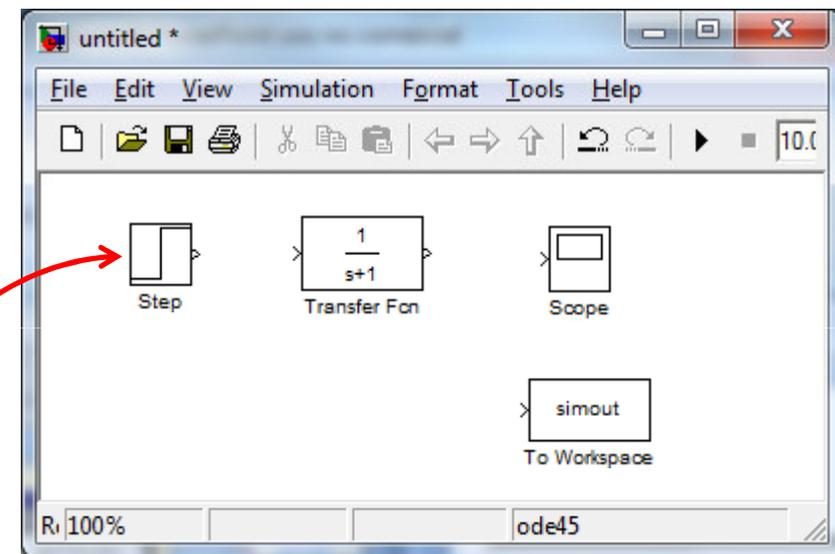
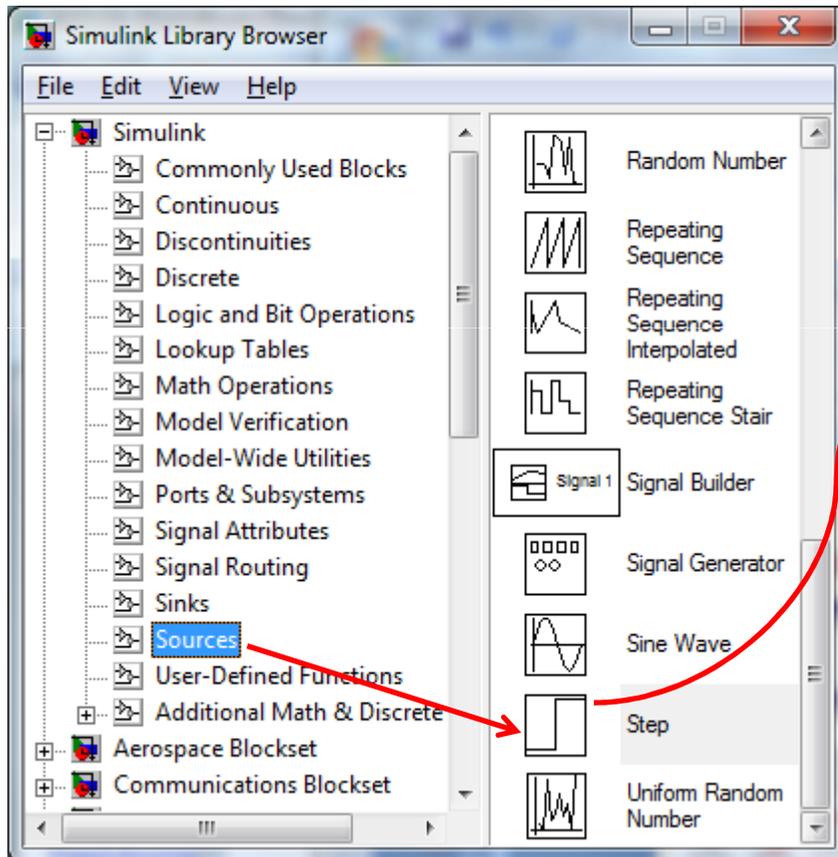


Simulink

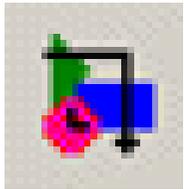


Añadir bloques

Hacer **click** sobre una librería para desplegar los bloques

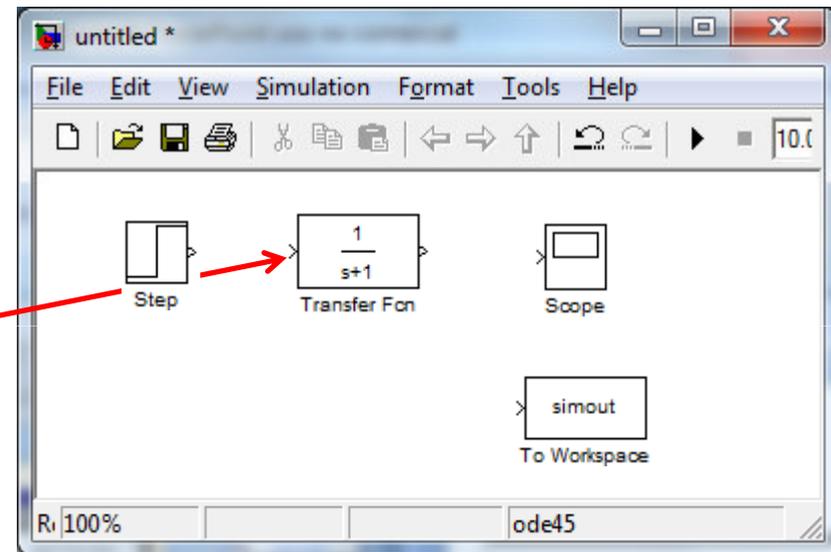
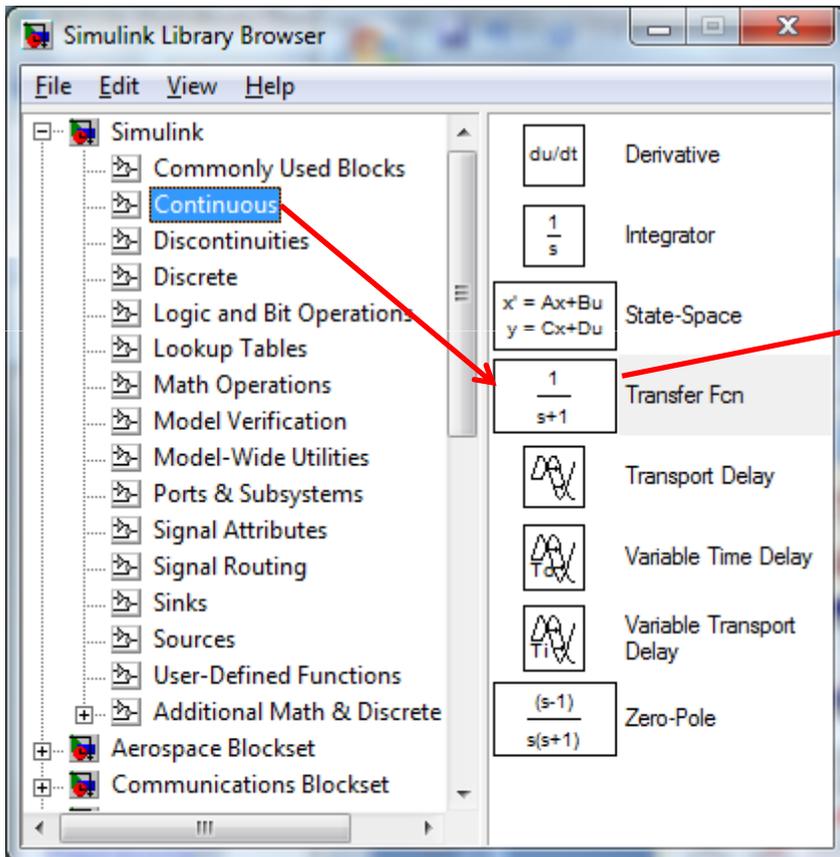


Arrastrar los bloques deseados dentro de la **ventana del modelo Simulink**

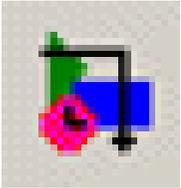


Añadir bloques

Hacer **click** sobre una librería para desplegar los bloques

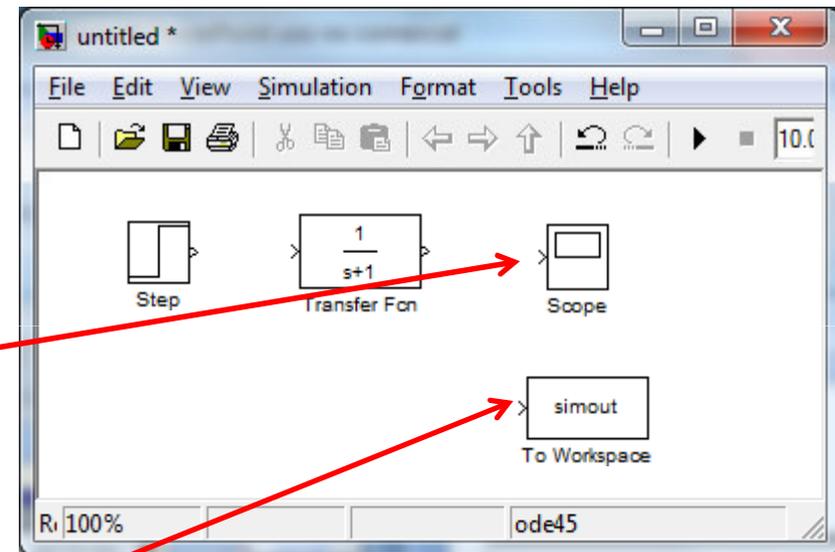
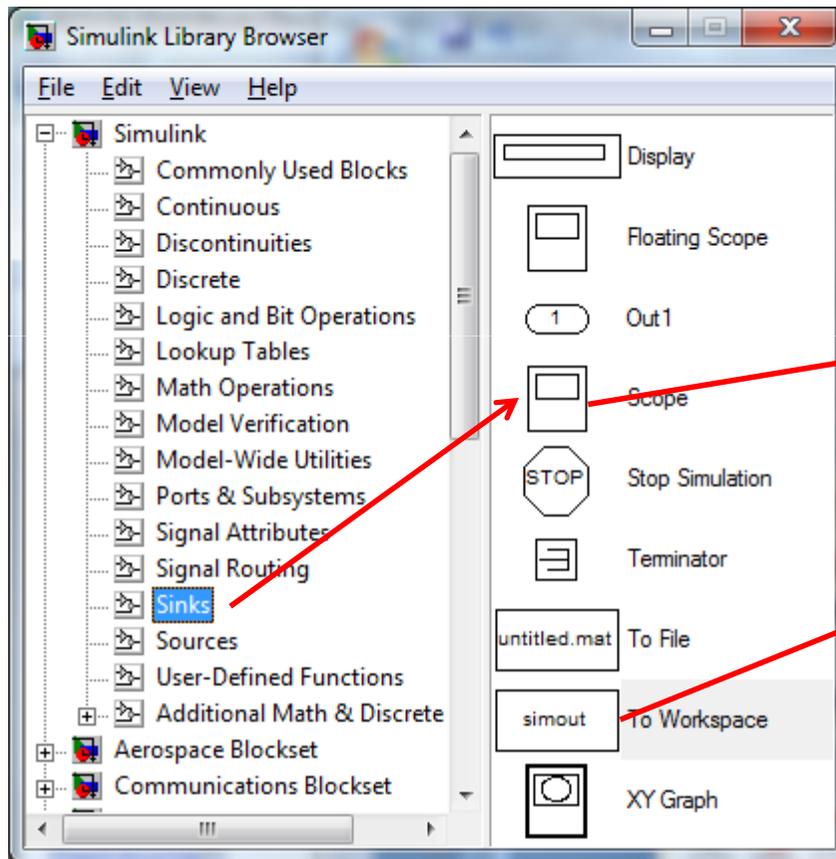


Arrastrar los bloques deseados dentro de la **ventana del modelo Simulink**

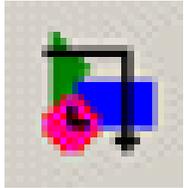


Añadir bloques

Hacer **click** sobre una librería para desplegar los bloques



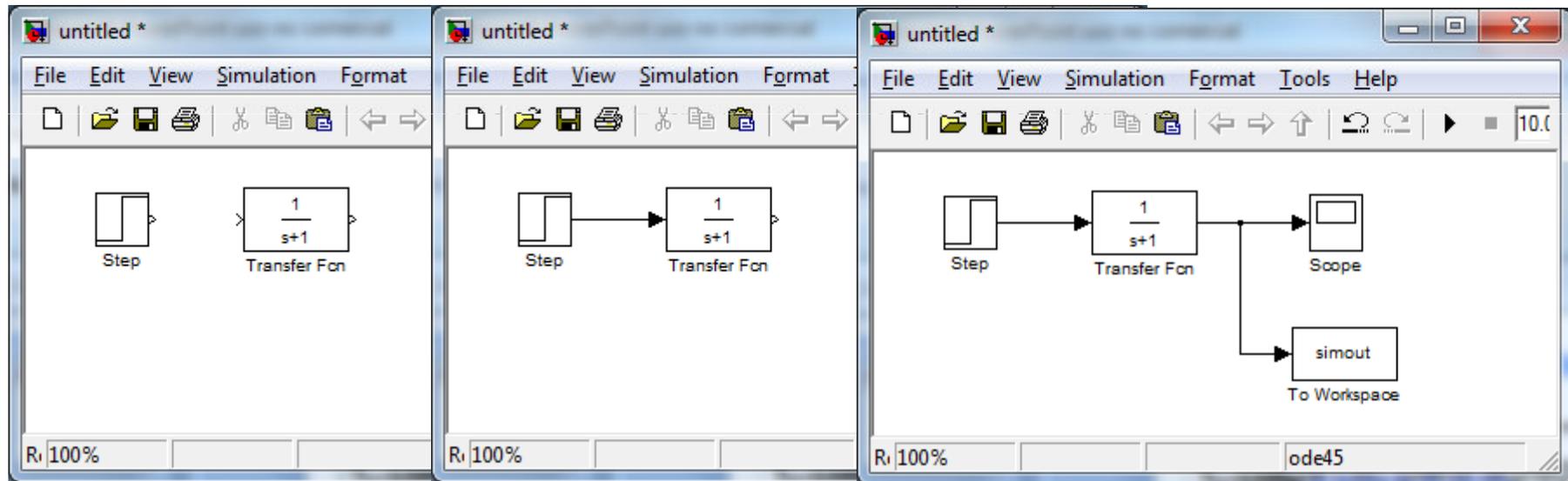
Arrastrar los bloques deseados dentro de la **ventana del modelo Simulink**

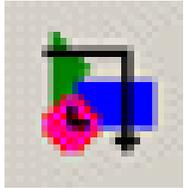


Conectar los bloques

Para añadir un conector:

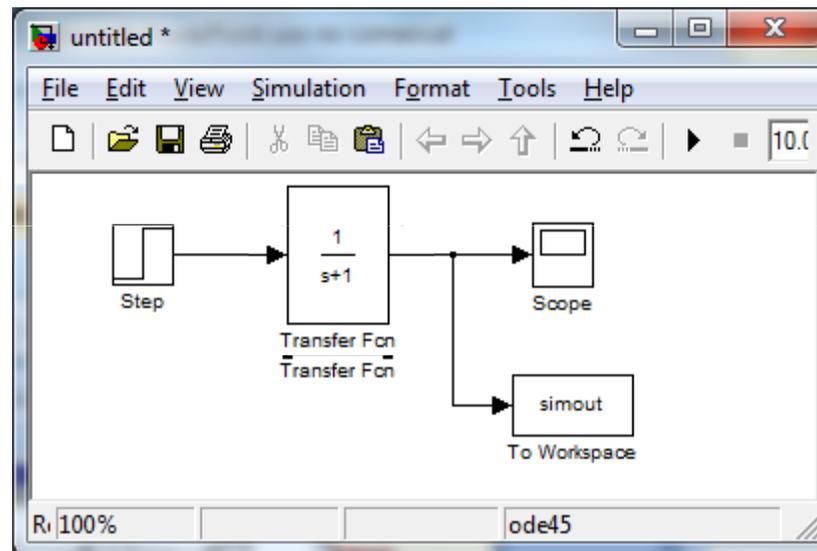
Arrastrar, **pulsando el botón derecho del ratón y la tecla Ctrl**, desde una salida, o desde una entrada, de alguno de los bloques al otro bloque



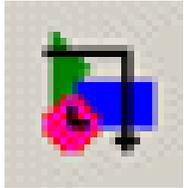


Cambiar el tamaño y/o mover los bloques

Tras seleccionar el bloque, aparecen en él los puntos, desde los cuales se puede arrastrar para cambiar el tamaño del bloque

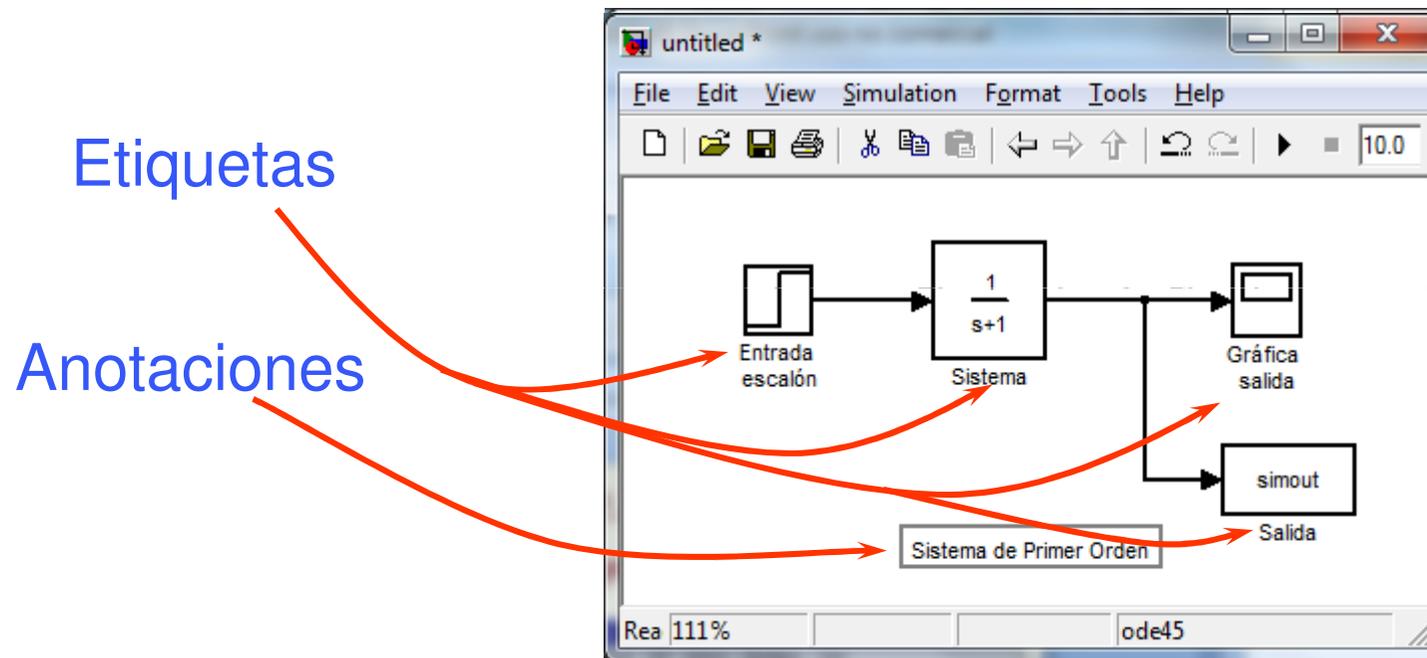


Posteriormente se pueden mover el bloque para que las líneas de conexión queden rectas

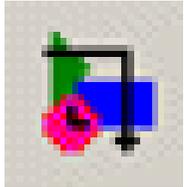


Modificar etiquetas y añadir anotaciones

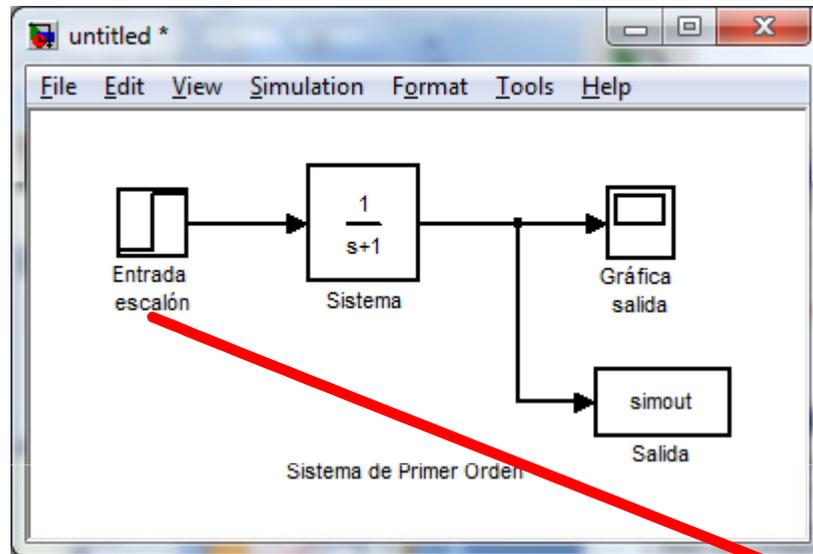
Hacer **click** en la etiqueta y editarla



Hacer **dobleclick** en el fondo y escribir el texto



Parametrizar los bloques



Source Block Parameters: Entrada escalón

Step

Output a step.

Parameters

Step time:
1

Initial value:
0

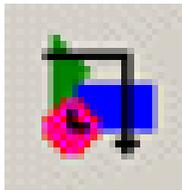
Final value:
1

Sample time:
0

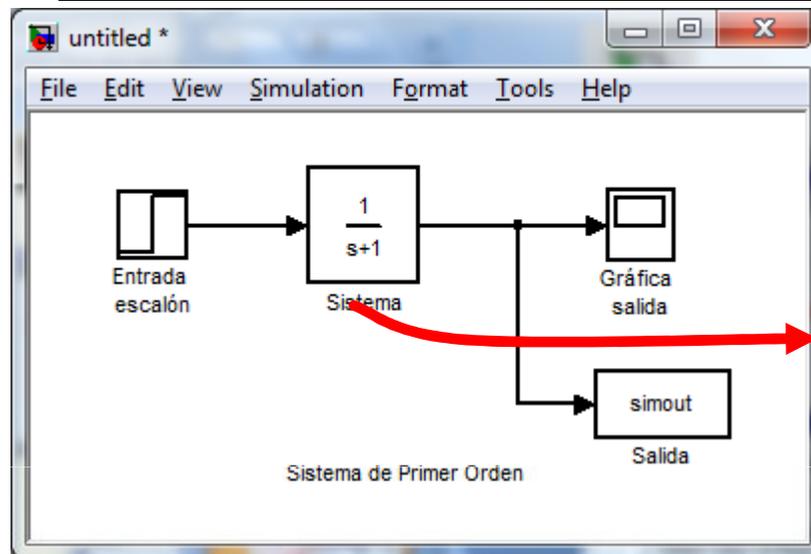
Interpret vector parameters as 1-D

Enable zero crossing detection

OK Cancel Help



Parametrizar los bloques



Function Block Parameters: Sistema

Transfer Fcn

The numerator coefficient can be a vector or matrix expression. The denominator coefficient must be a vector. The output width equals the number of rows in the numerator coefficient. You should specify the coefficients in descending order of powers of s.

Parameters

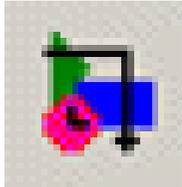
Numerator coefficient:

Denominator coefficient:

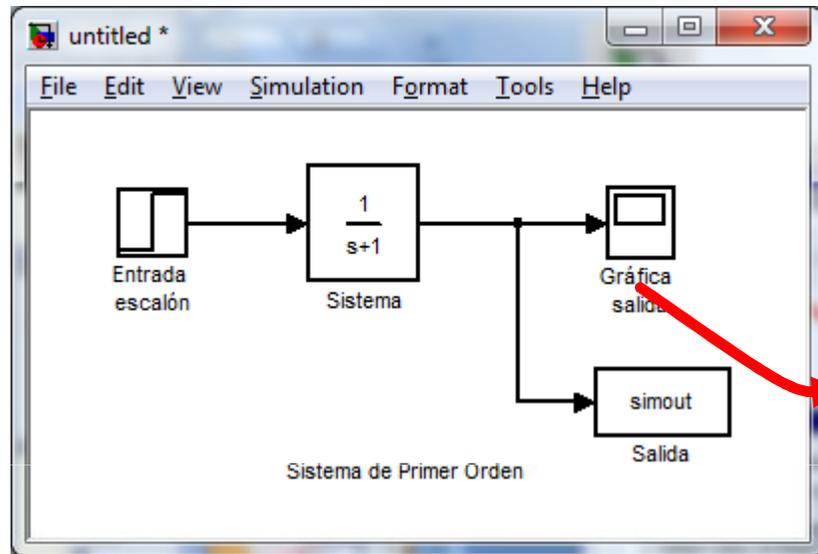
Absolute tolerance:

State Name: (e.g., 'position')

OK Cancel Help Apply



Parametrizar los bloques



'Gráfica salida' parameters Cerrar

General Data history Tip: try right clicking on axes

Axes

Number of axes: 1 floating scope

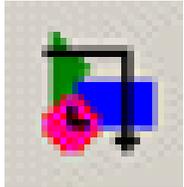
Time range: auto

Tick labels: bottom axis only ▼

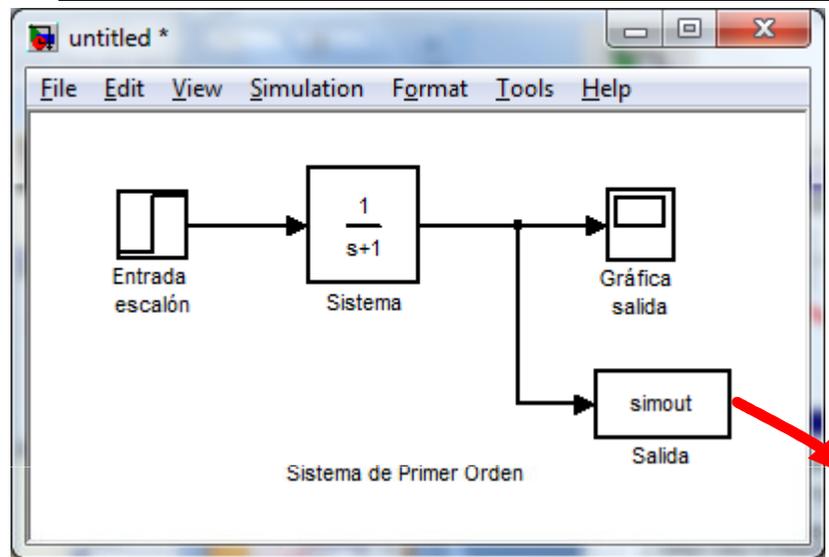
Sampling

Decimation ▼ 1

OK Cancel Help Apply



Parametrizar los bloques



Sink Block Parameters: Salida

To Workspace
Write input to specified array or structure in MATLAB's main workspace. Data is not available until the simulation is stopped or paused.

Parameters

Variable name:
simout

Limit data points to last:
inf

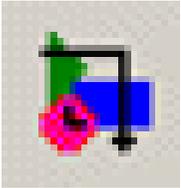
Decimation:
1

Sample time (-1 for inherited):
-1

Save format: Structure

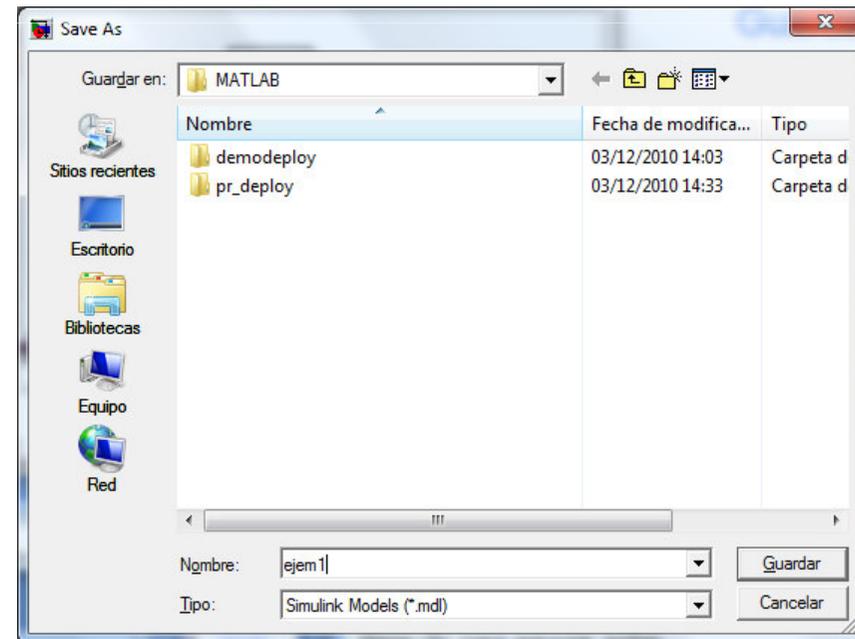
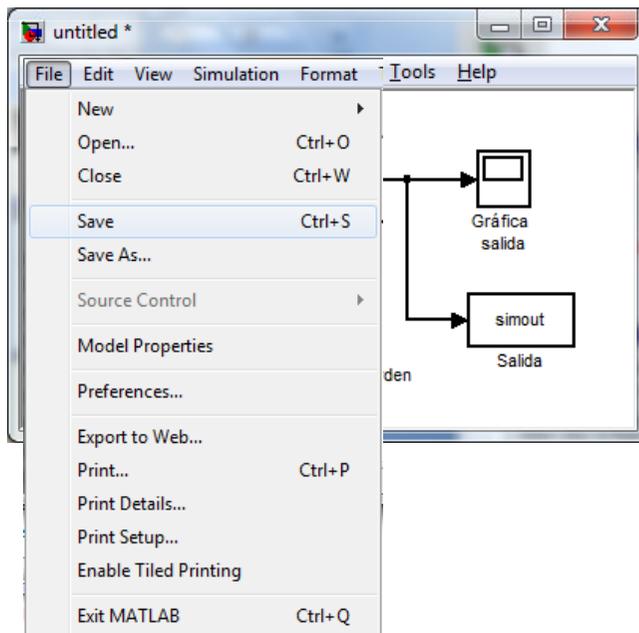
Log fixed-point data as an fi object

OK Cancel Help Apply

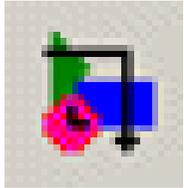


Guardar el modelo

- Para guardar el modelo seleccionar File → Save
- El sufijo de los modelos Simulink es .mdl
- Desde la ventana de comandos de Matlab se puede abrir el modelo escribiendo el nombre del fichero

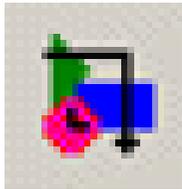


Simulink



Ejecución de la simulación del modelo

- Asignar los parámetros de la simulación
- Ejecutar una simulación desde la ventana del modelo
- Poner y sacar valores en/desde los modelos
 - Utilizar en Matlab los valores obtenidos en la simulación
 - Variables definidas en Matlab y Simulink
- Simular desde la línea de comandos



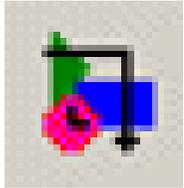
Asignar parámetros de la simulación

The screenshot shows the Simulink Configuration Parameters dialog box for a model named 'ejem1'. The 'Simulation' menu is open, and 'Configuration Parameters...' is selected, indicated by a red arrow. The dialog box is titled 'Configuration Parameters: ejem1/Configuration (Active)'. On the left, a tree view shows the 'Solver' category selected. The main area contains the following settings:

- Simulation time:** Start time: 0.0, Stop time: 10.0
- Solver options:**
 - Type: Variable-step
 - Solver: ode45 (Dormand-Prince)
 - Max step size: auto
 - Min step size: auto
 - Initial step size: auto
 - Relative tolerance: 1e-3
 - Absolute tolerance: auto
 - Zero crossing control: Use local settings
 - Automatically handle data transfers between tasks
 - Higher priority value indicates higher task priority
- Solver diagnostic controls:**
 - Number of consecutive min step size violations allowed: 1
 - Consecutive zero crossings relative tolerance: 10*128*eps
 - Number of consecutive zero crossings allowed: 1000

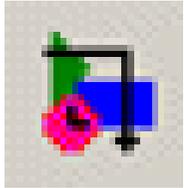
Buttons at the bottom: OK, Cancel, Help, Apply.

Simulink



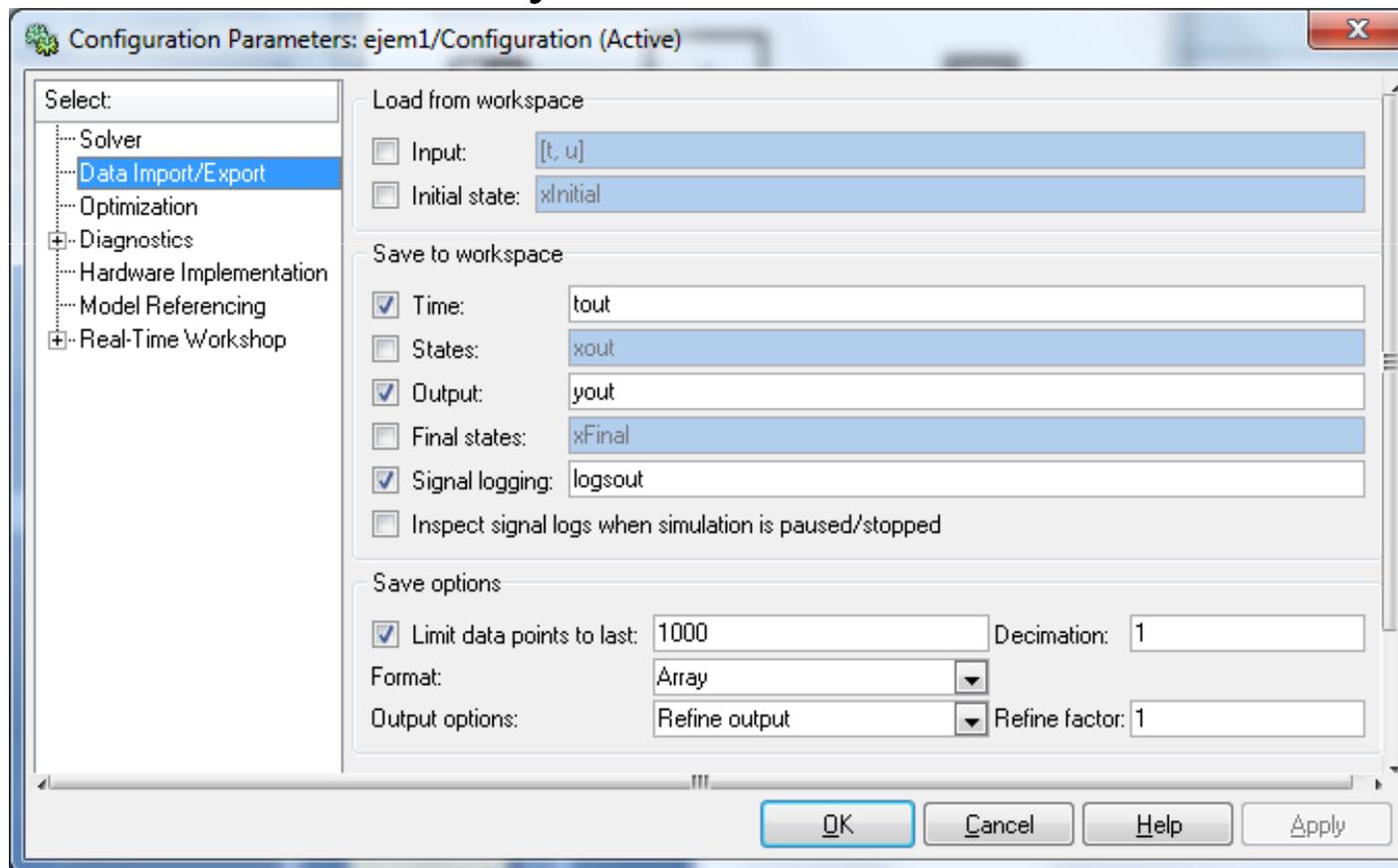
Parámetros de la simulación

- Solvers proporcionados:
 - ode45: Método basado en Dormand - Prince , un paso Runge – Kutta y es recomendado como un primer método
 - ode23: Método basado en Bogacki – Shampine, un paso un paso Runge – Kutta y puede ser más eficiente que ode45 cuando la tolerancia es amplia
 - ode113: Este es un multipaso , de orden variable Adams – Bashforth – Moulton PECE. Es recomendable cuando la función evaluación consume tiempo y la tolerancia es poca
 - ode15s: Es un multipaso , de orden variable basado en la fórmula de diferenciación “ backward”
 - ode23: un paso basado en la fórmula de Rosembrock de orden 2.
-

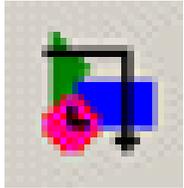


Parámetros de la simulación

- Otros parámetros tiene que ver con la entrada/salida de datos al modelo y desde el modelo

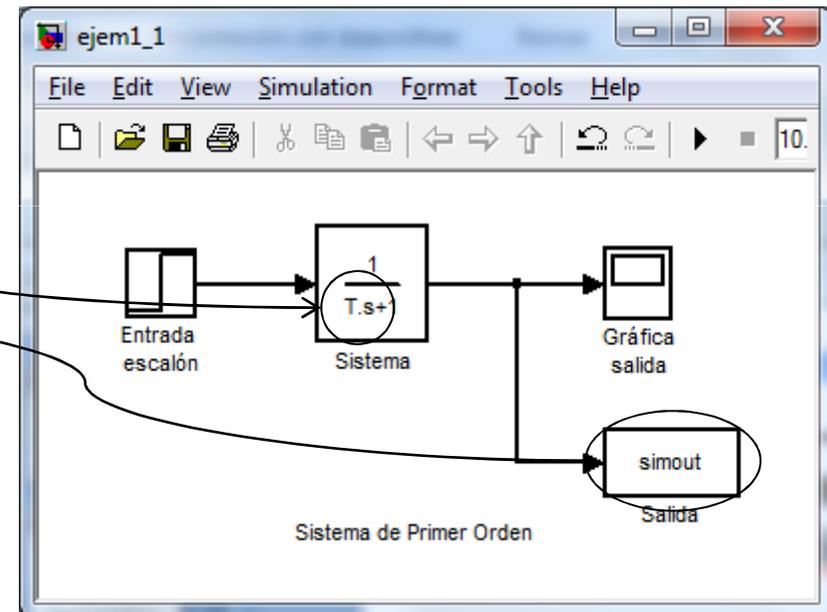
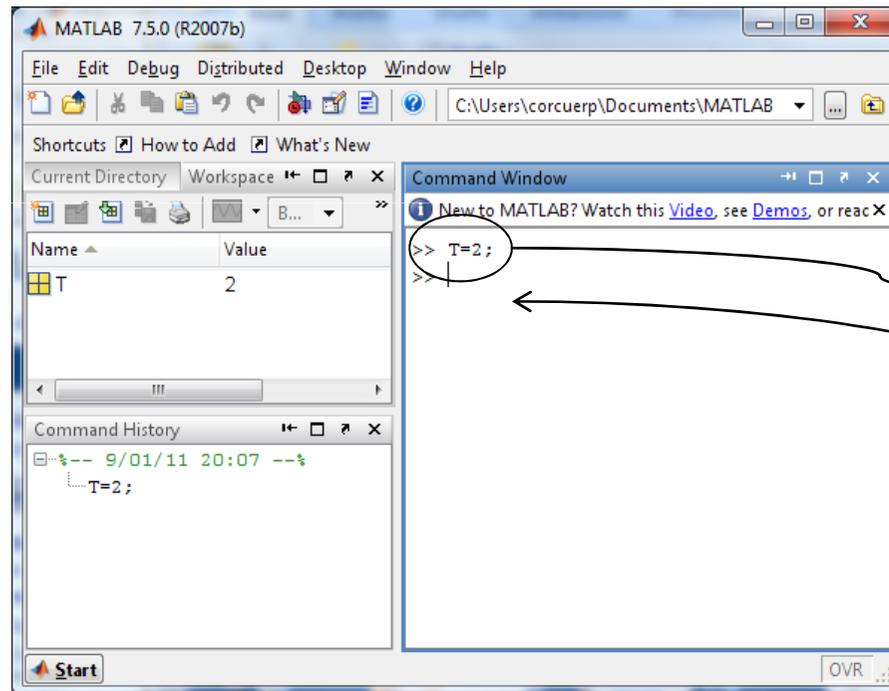


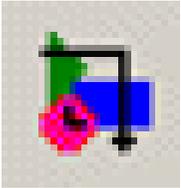
Simulink



Parámetros de la simulación

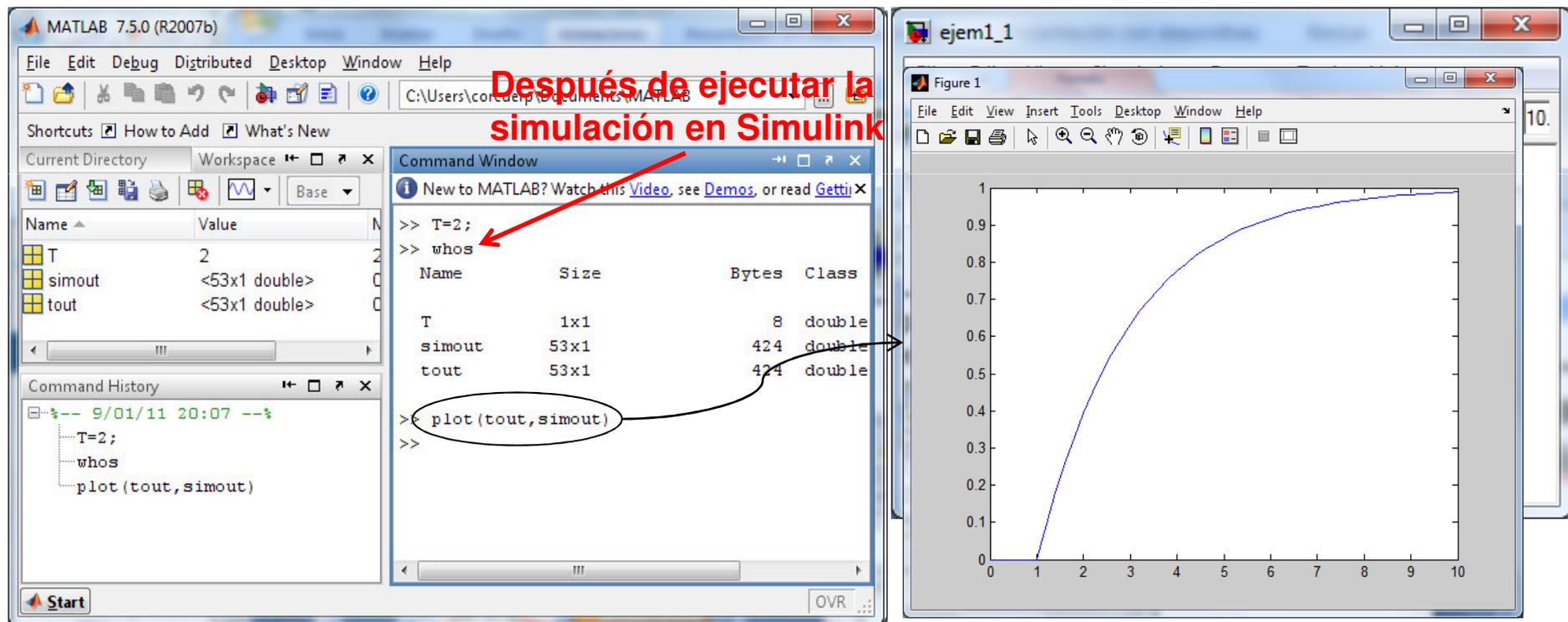
- Los parámetros y variables de los modelos se pueden acceder desde la ventana de Comandos de Matlab

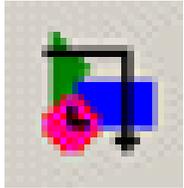




Parámetros de la simulación

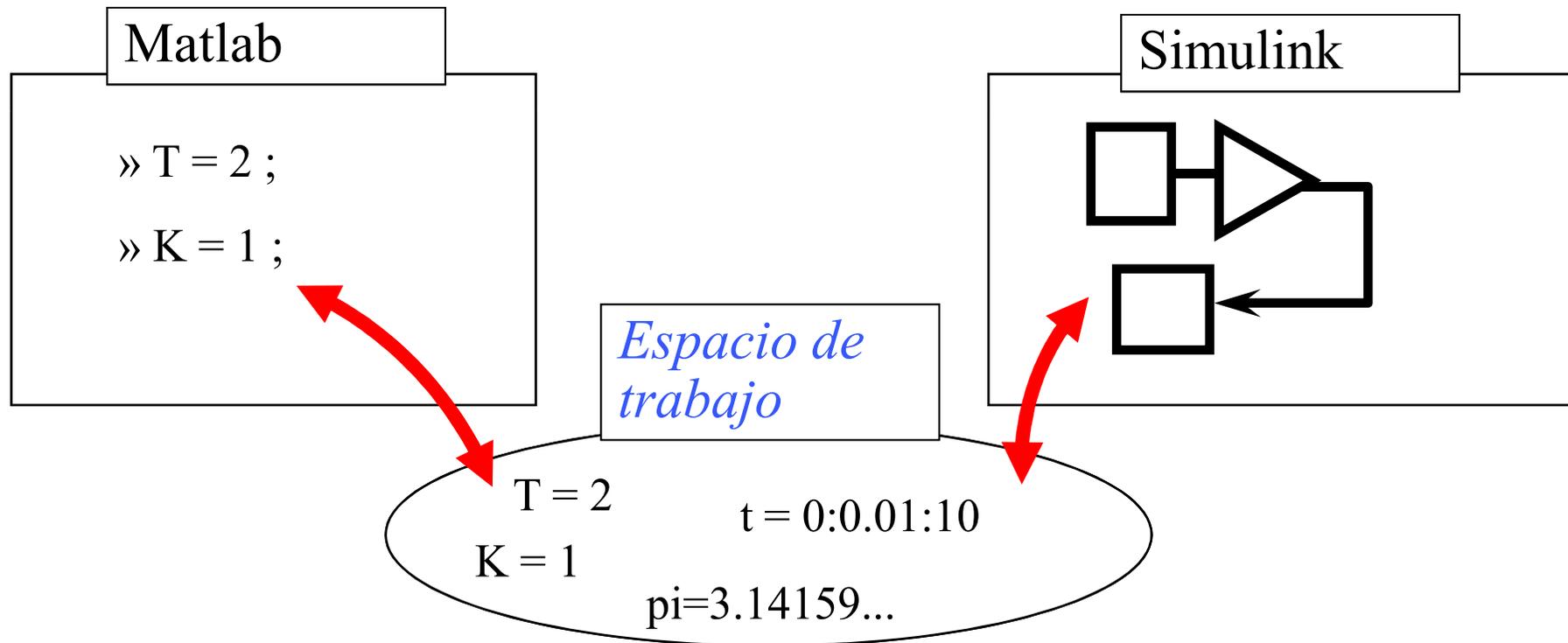
- Los parámetros y variables de los modelos se pueden acceder desde la ventana de Comandos de Matlab

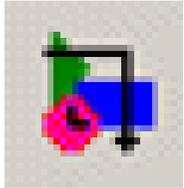




Variables definidas en Matlab y Simulink

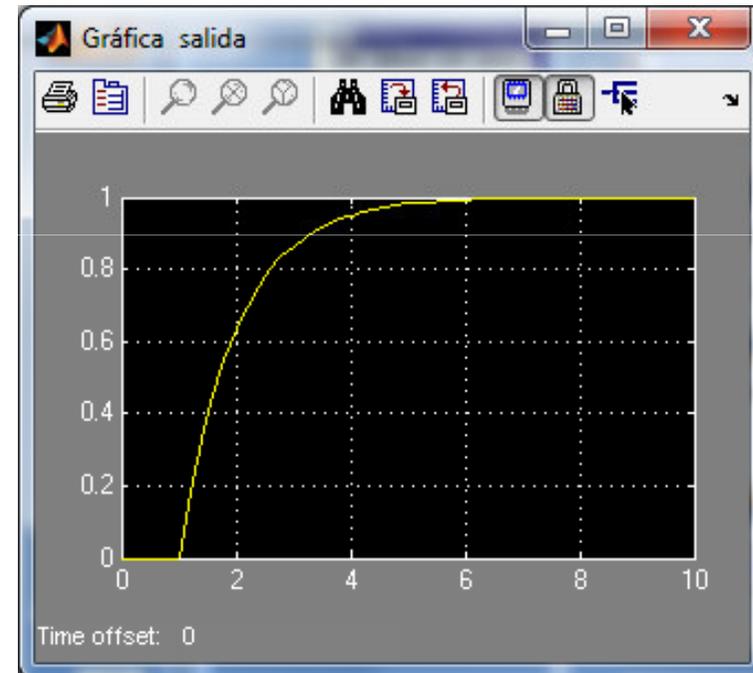
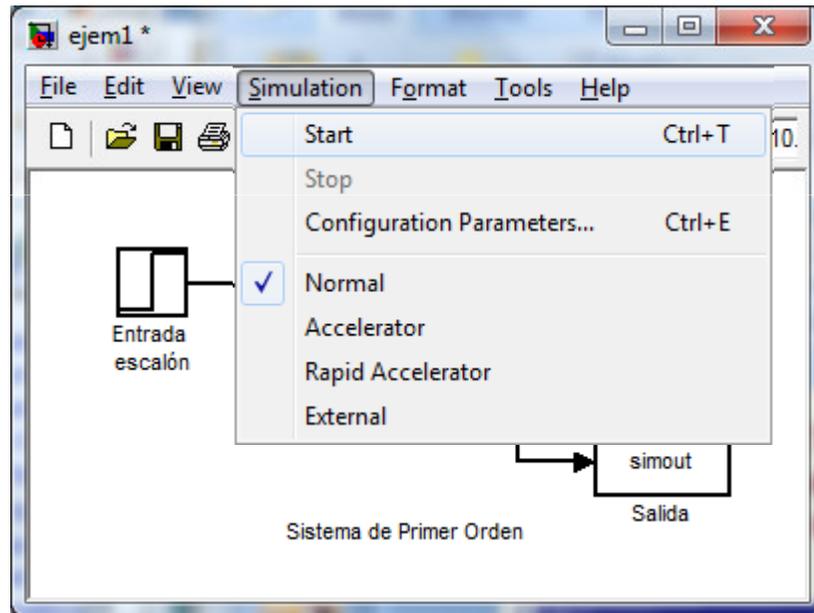
- Tanto desde la ventana de Matlab como la de Simulink se “ve” el mismo Workspace o Espacio de trabajo

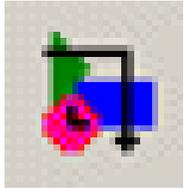




Ejecución de la simulación

- Se pulsa el icono Start  o en el menú Simulation → Start





Ejecución de la simulación

- Comando Matlab `sim`

`[t, x, y] = sim('model', Timespan, Opciones, ut)`

donde *model* es el nombre del diagrama de bloques.

Timespan especifica la salida de los puntos de tiempo

Opciones es una estructura que permite asignar los valores de los parámetros en la ventana de diálogo

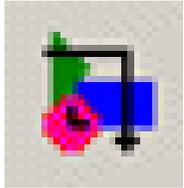
Simulation:Parameters

ut asigna la parte Load de la página Workspace I/O de la ventana Simulation:Parameters

Ejemplo:

> `[t, y] = sim('ejem1_1',5);`

> `plot(t, y)`



Solución de ecuaciones diferenciales que modelan Sistemas Continuos

- Modelo Simulink que resuelve la ecuación diferencial:

$$\frac{dx}{dt} = 5 \sin(4t)$$

- Condición inicial:

$$x(0) = -2.$$

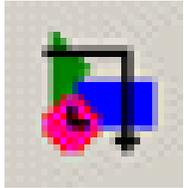
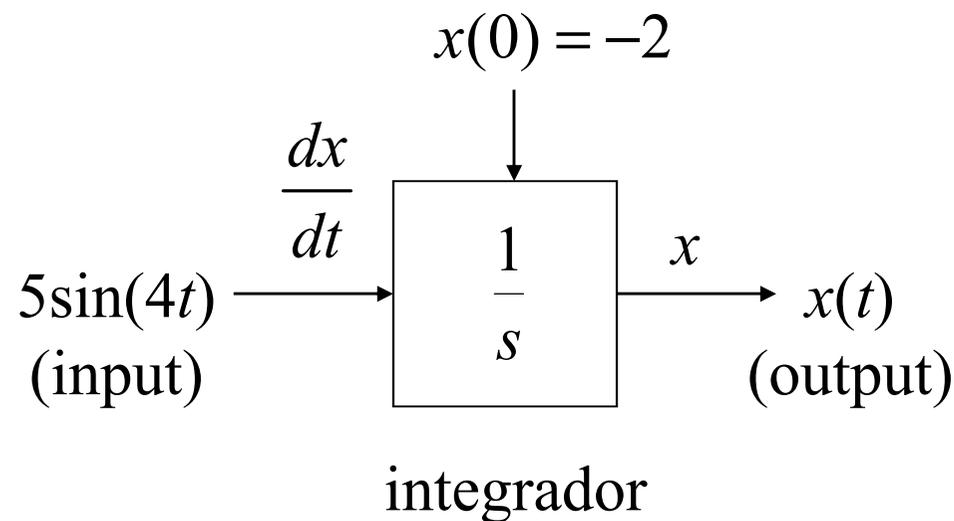
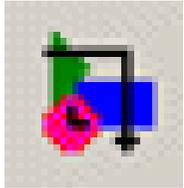


Diagrama del modelo

- Input: función $5\sin(4t)$
- Output: $x(t)$ que es la solución de la ecuación diferencial



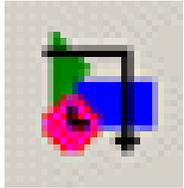
- A continuación, se construye el modelo con Simulink
-



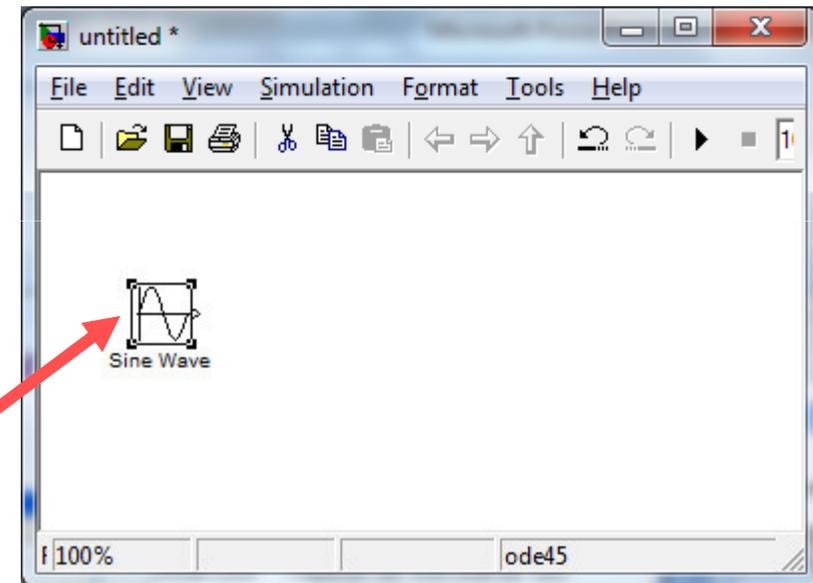
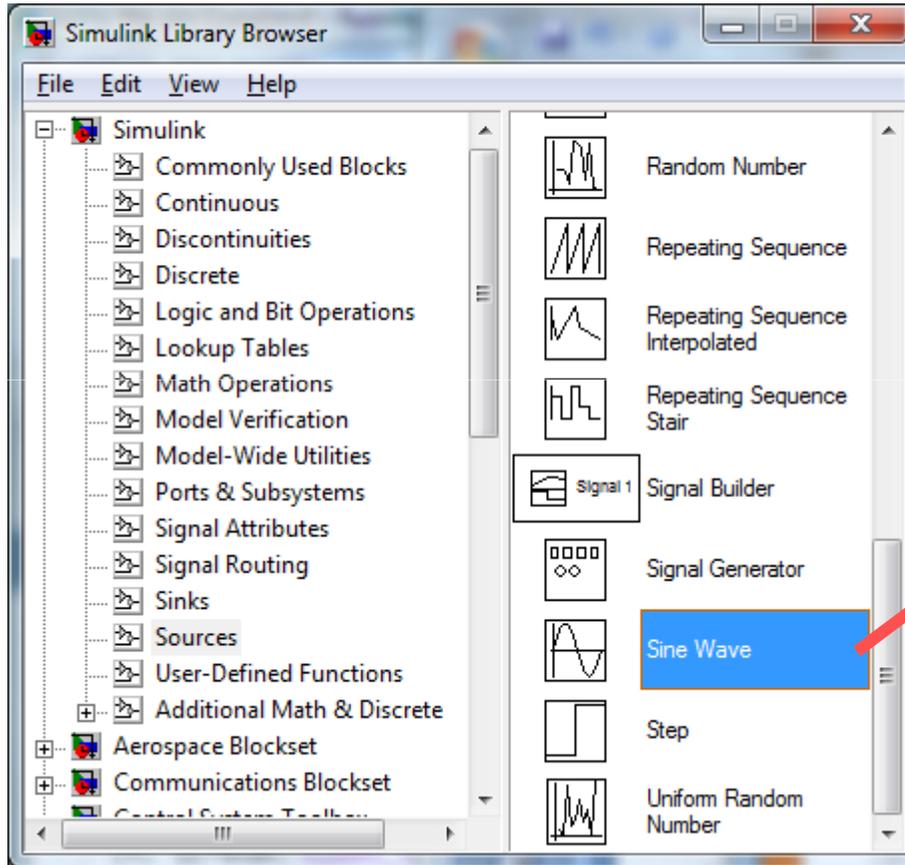
Selección de bloques para el modelo

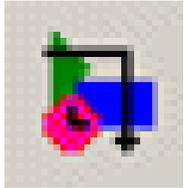
- La siguiente tabla resume el bloque y la librería donde se encuentra para ser incluido en el modelo
 - Se arrastra el bloque de la librería hasta la ventana de trabajo

Modelo	Librería	Bloque
Input	Sources	Sink
Integrador	Continuous	Integrator
Output	Sink	Scope

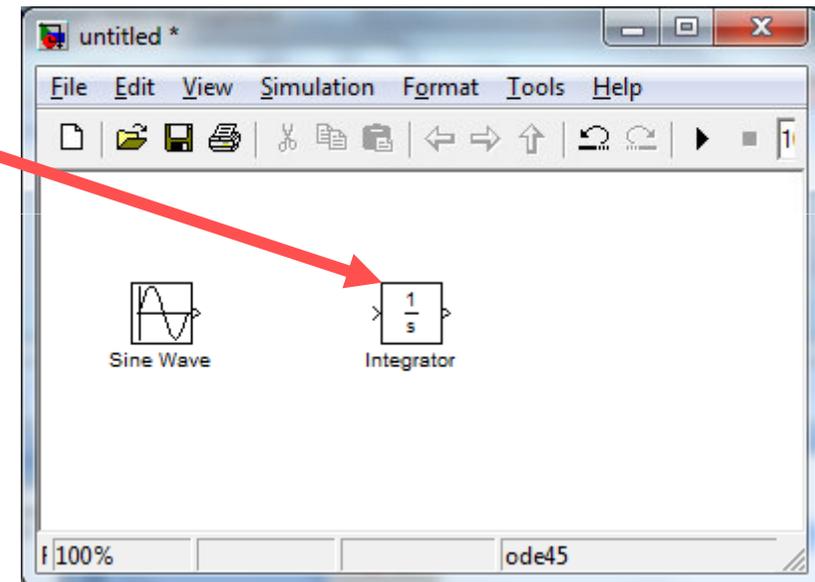
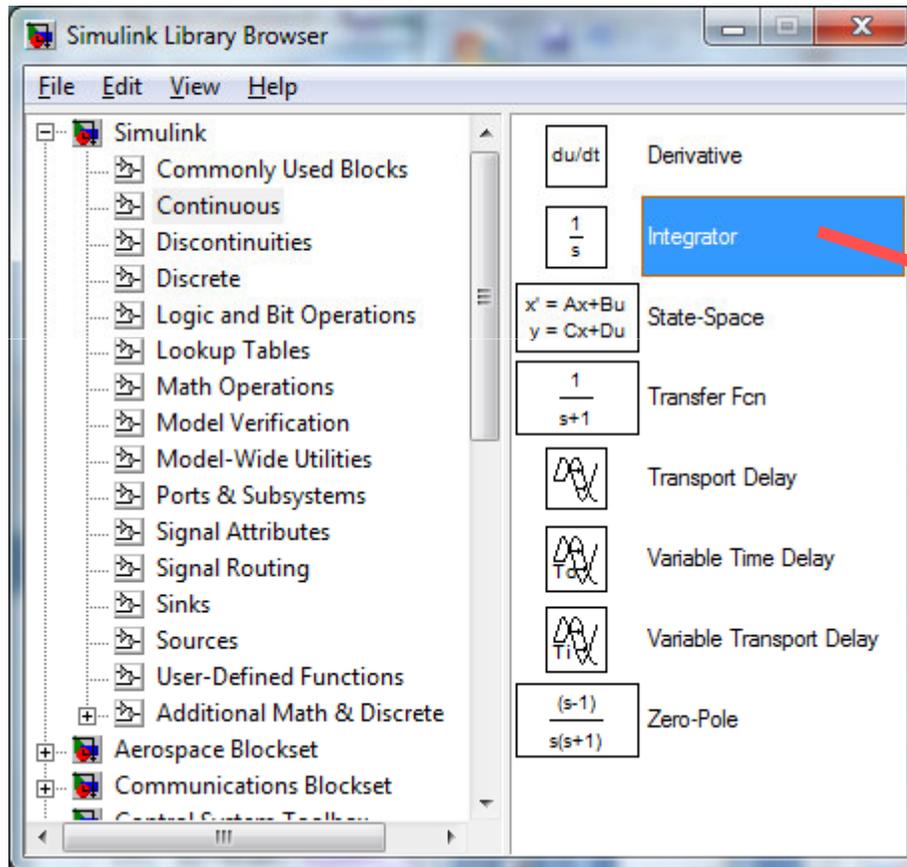


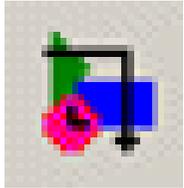
Selección de bloques para el modelo



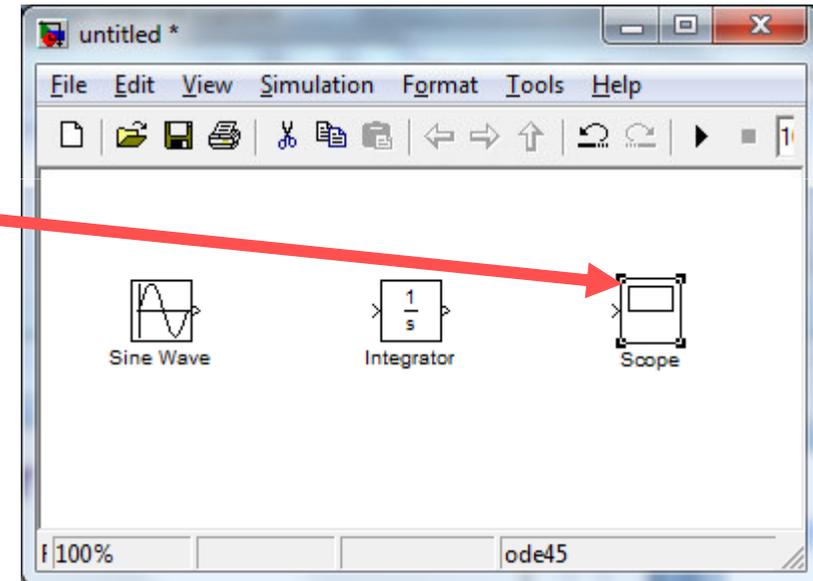
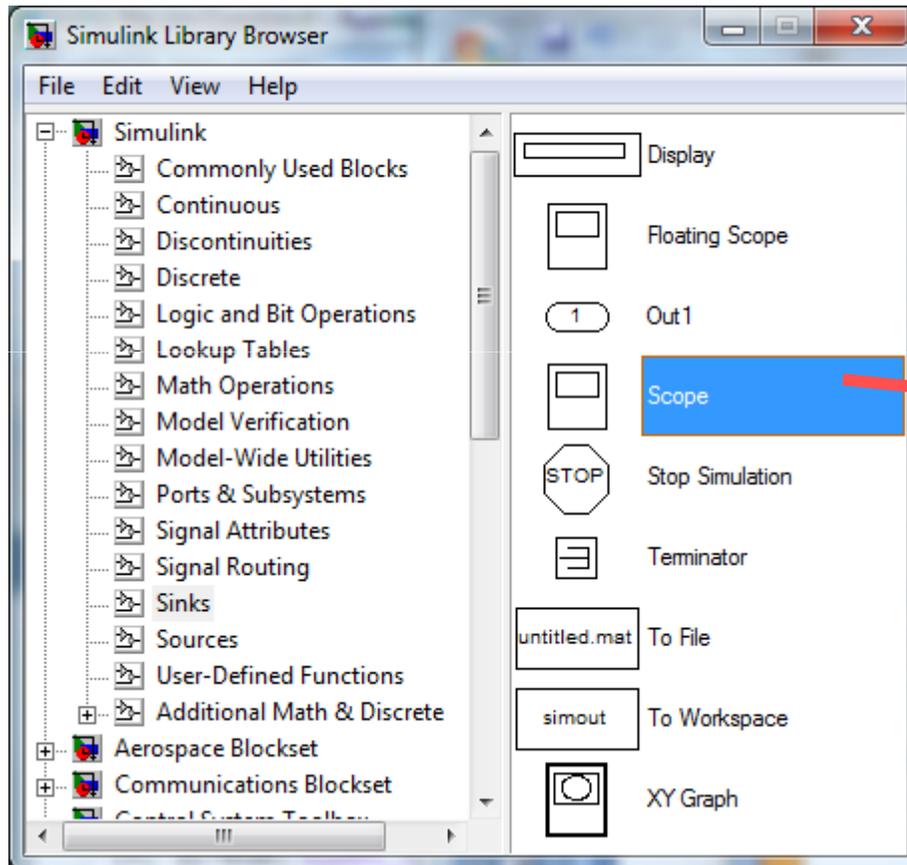


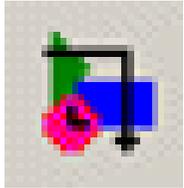
Selección de bloques para el modelo





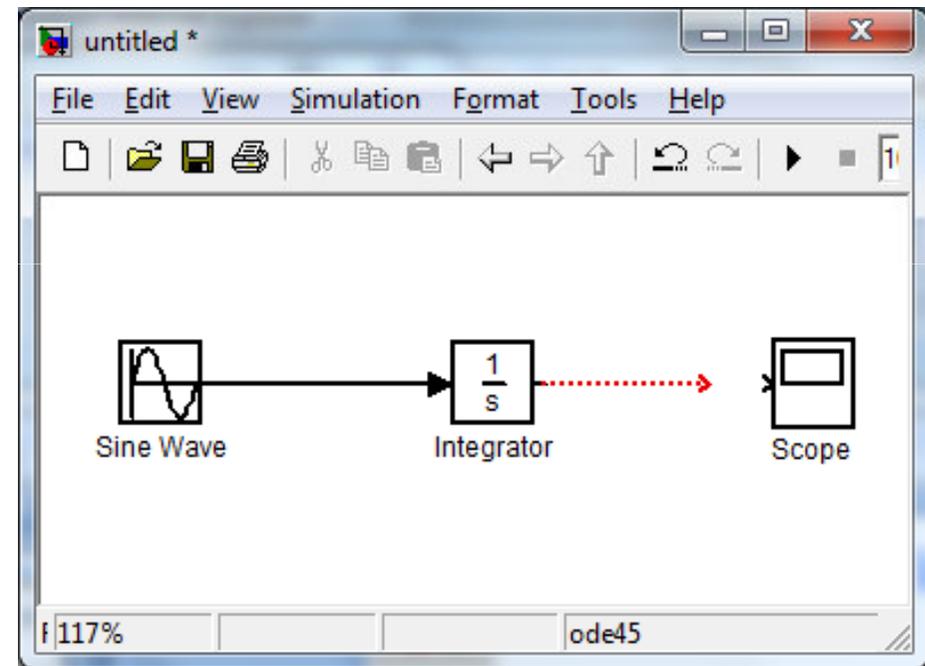
Selección de bloques para el modelo



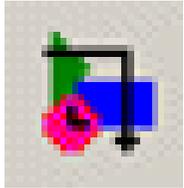


Conexión de los bloques con líneas de señal

- Colocar el cursor en el puerto de salida (> a la derecha) del bloque “*Sine Wave*”. El cursor cambia de forma a cruz
- Arrastrar desde el puerto de salida del bloque “*Sine Wave*” hasta el puerto de entrada (> a la izquierda) del bloque “*Integrator*”. Cuando el cursor se encuentra sobre el puerto de entrada cambia de forma a cruz doble
- Arrastrar desde la salida del bloque “*Integrator*” hasta la entrada del bloque “*Scope*”



Las flechas indican la dirección de la señal.



Configurar bloques con datos del modelo

- El input del modelo es:
 $5\sin(4t)$
- Para ello se hace doble click en el bloque “Sine Wave” y en la ventana de diálogo de los parámetros del bloque ingresar:

Amplitude = 5

Frequency = 4

Source Block Parameters: Sine Wave

Sine Wave

Output a sine wave:

$$O(t) = \text{Amp} \cdot \sin(\text{Freq} \cdot t + \text{Phase}) + \text{Bias}$$

Sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:

$$\text{Samples per period} = 2 \cdot \pi / (\text{Frequency} \cdot \text{Sample time})$$
$$\text{Number of offset samples} = \text{Phase} \cdot \text{Samples per period} / (2 \cdot \pi)$$

Use the sample-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. overflow in absolute time) occur.

Parameters

Sine type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 5

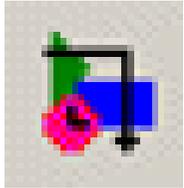
Bias: 0

Frequency (rad/sec): 4

Phase (rad): 0

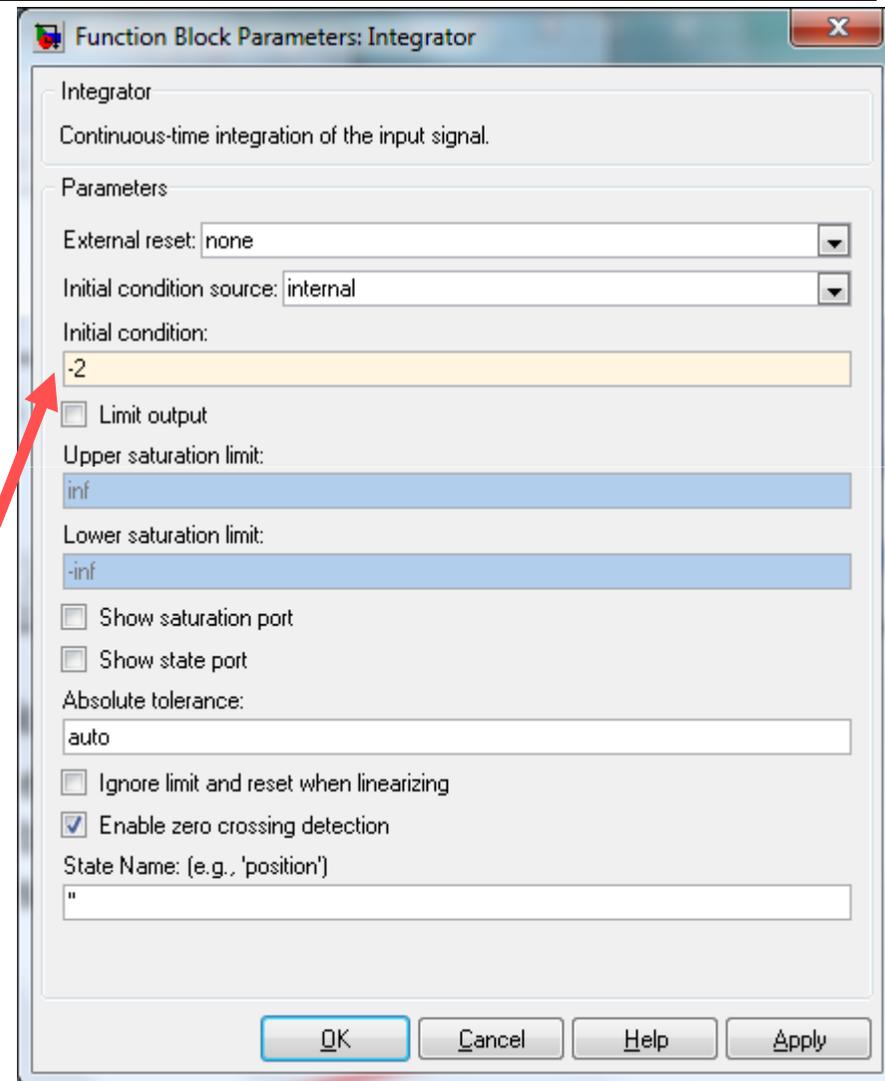
Sample time: n

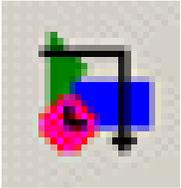
OK Cancel Help



Configurar bloques con datos del modelo

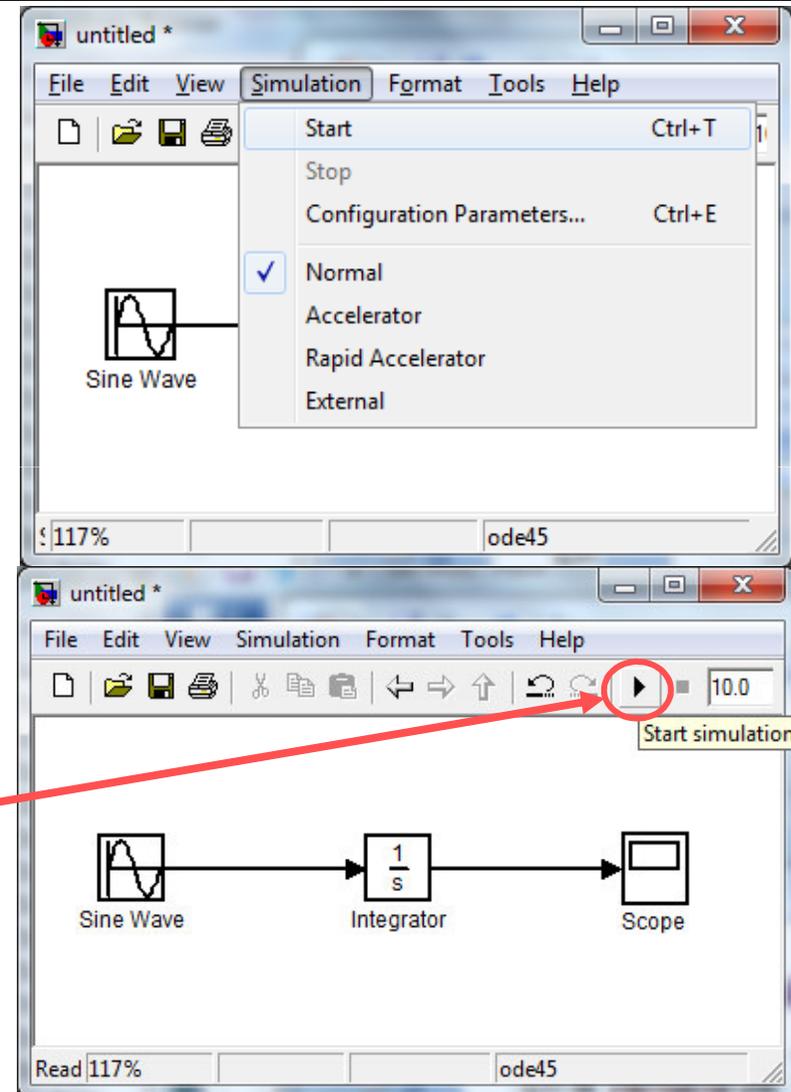
- El valor inicial es: **-2**
- Para ello se hace doble click en el bloque “Integrator” y se ingresa la condición inicial = -2



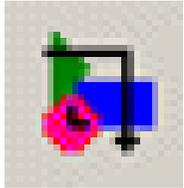


Ejecutar la simulación

- En la ventana de trabajo, click en “Simulation” y seleccionar “Start”



- Otra forma es hacer click en el icono Start 



Visualizar resultados de la simulación

- Hacer doble click en el bloque “Scope”
- Se visualiza el output $x(t)$ en la ventana Scope
- Se puede mejorar la visualización utilizando los iconos de la ventana. Ej.: Autoscale y Tick labels all

