



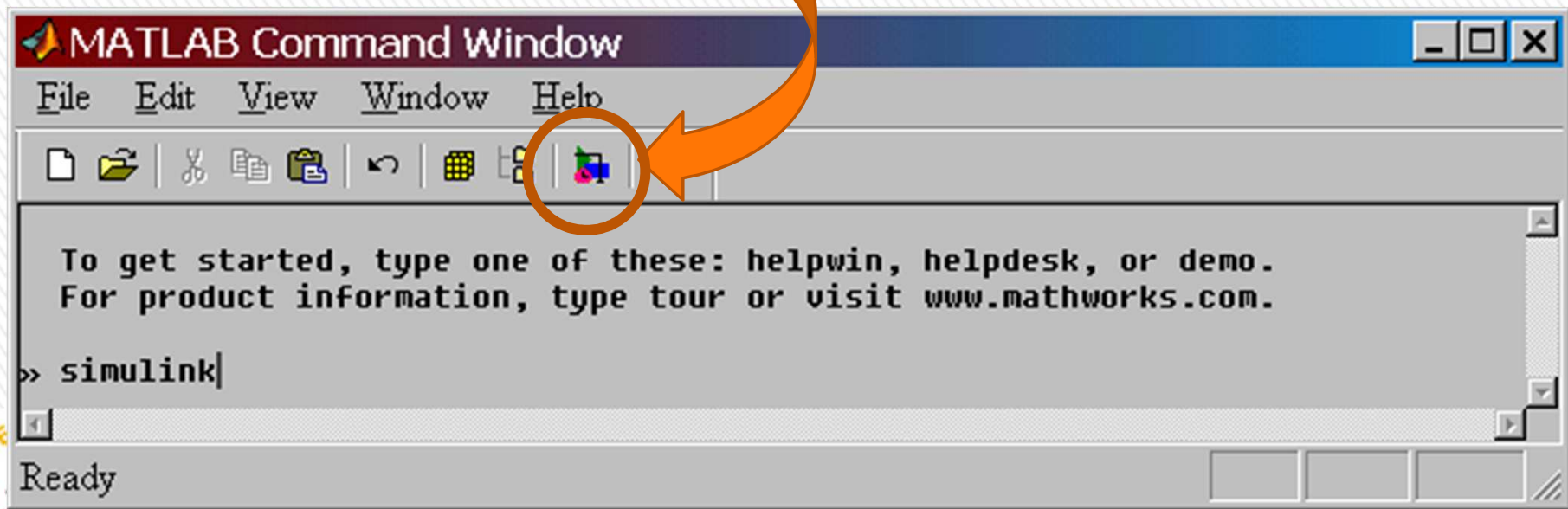
# Tutorial básico de Simulink

Dpto. Electrónica y Electromagnetismo  
Universidad de Sevilla



# Invocar Simulink

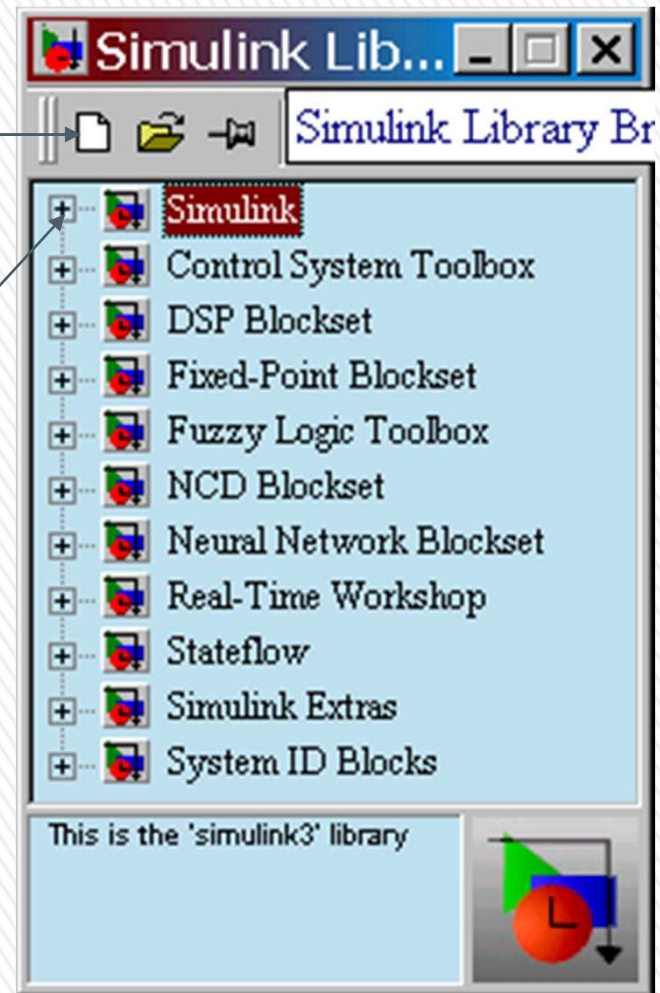
En la Command Window de MATLAB,  
Teclea >> **simulink** y presiona ↵ Enter  
o pica en el icono





# Crear un modelo

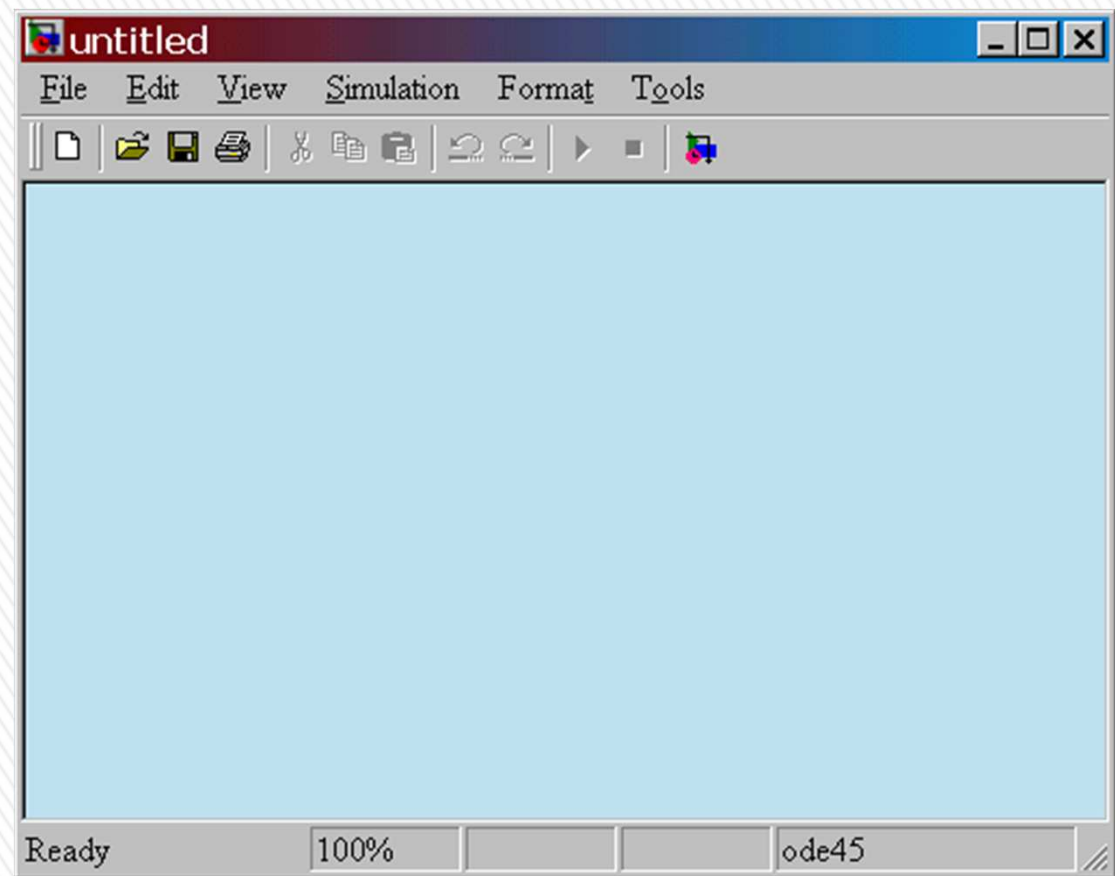
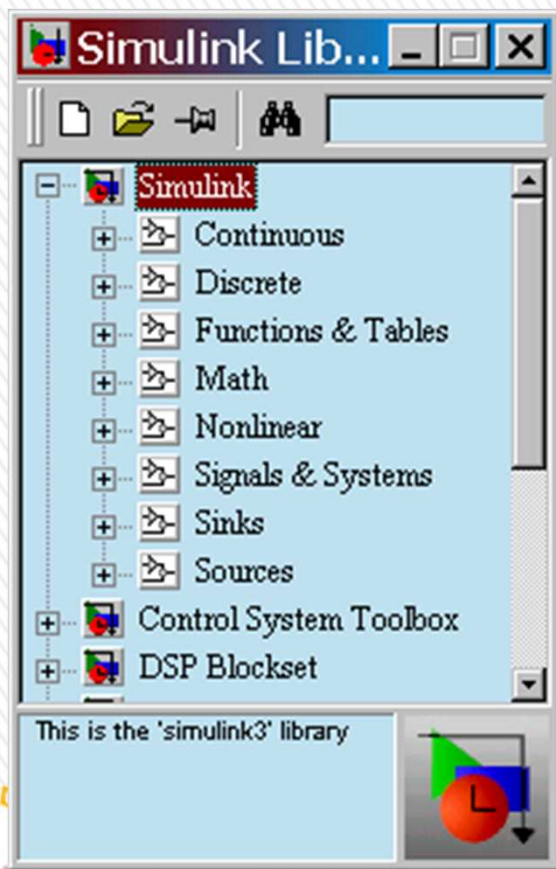
- » Pica en el icono de new-model en la esquina superior izquierda para crear un nuevo modelo Simulink
- » Selecciona el icono Simulink para obtener elementos del modelo



# Tu workspace

Librería de elementos

El modelo se crea en esta ventana





# Salva tu modelo

- » Debes crear una nueva carpeta, como la mostrada abajo, llamada *simulink\_files*
- » Usa el sufijo .mdl cuando salves



# Ejemplo 1

- » Construye un modelo Simulink que resuelva la ecuación diferencial

$$\dot{x} = 3\sin(2t)$$

- » Condición inicial

$$x(0) = -1.$$

- » Primero, dibuja un diagrama de simulación del modelo matemático (ecuación)

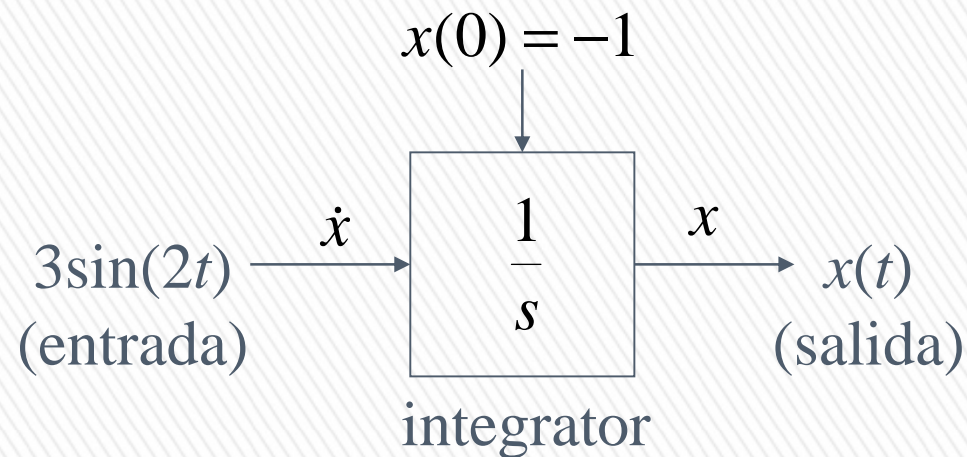
(3 min.)





# Diagrama de Simulación

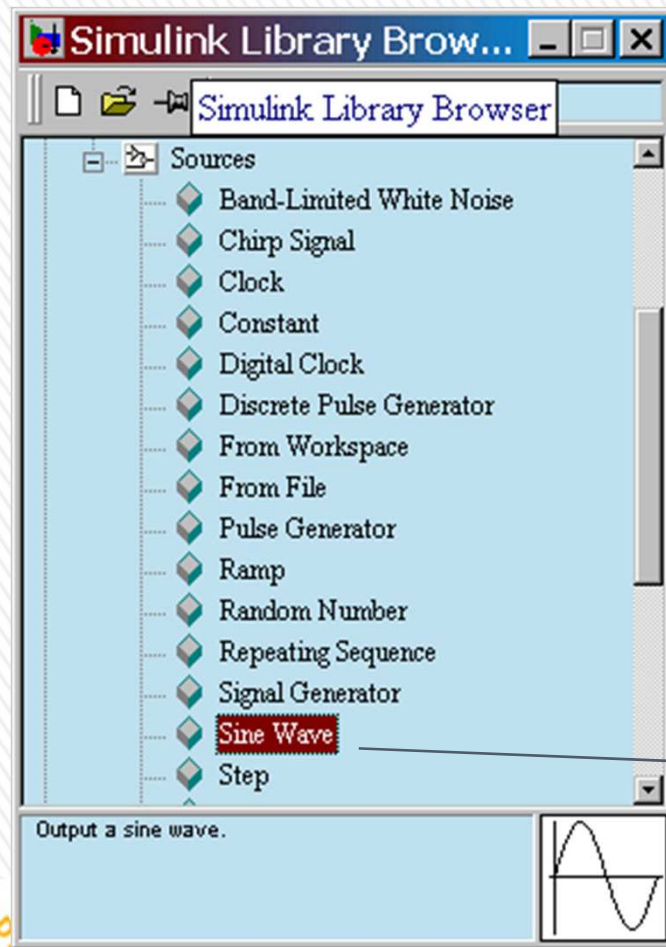
- » La entrada es la función  $3\sin(2t)$
- » La salida es la solución de la ecuación diferencial  $x(t)$



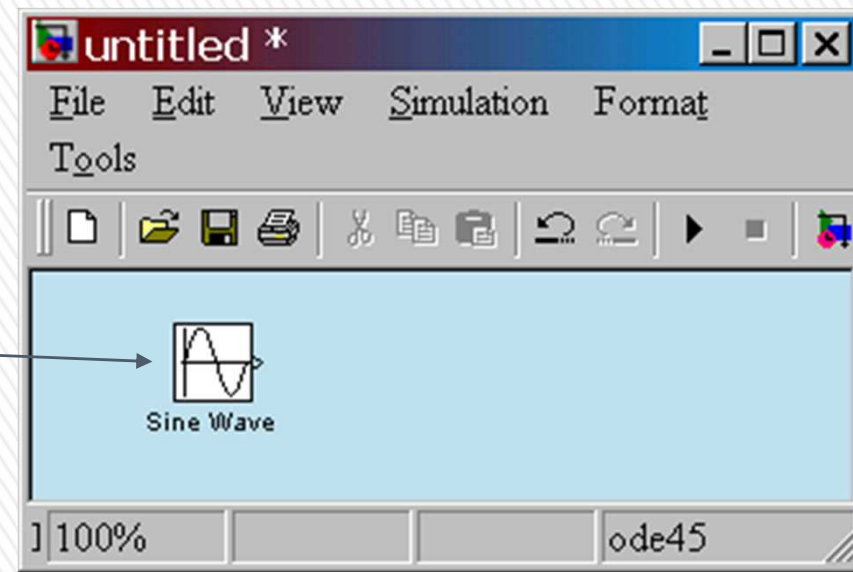
- » Construye el modelo en Simulink



# Selección de entradas

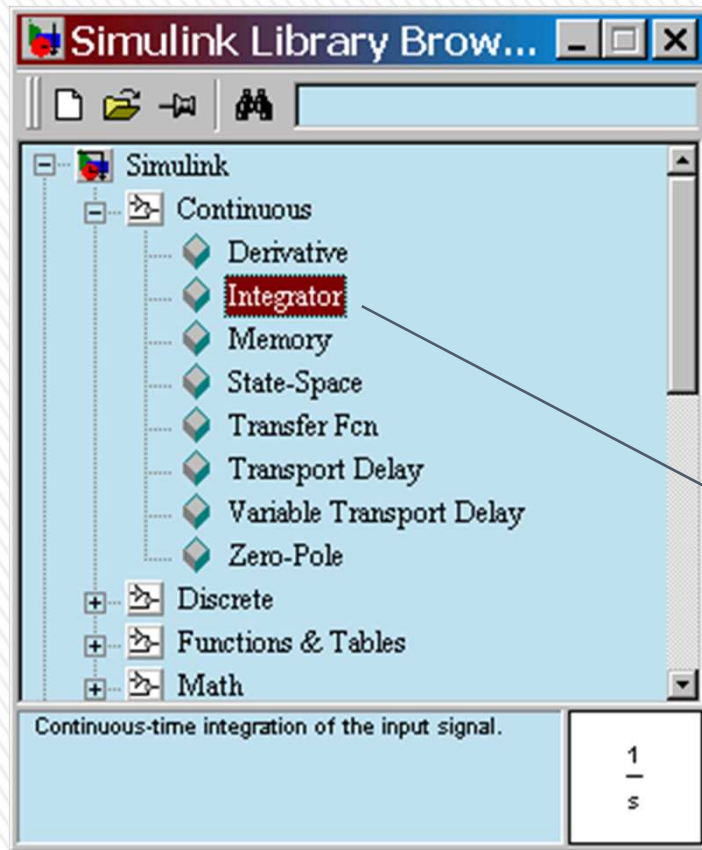


Arrastra un bloque *Sine Wave* de la librería *Sources* a la ventana del modelo

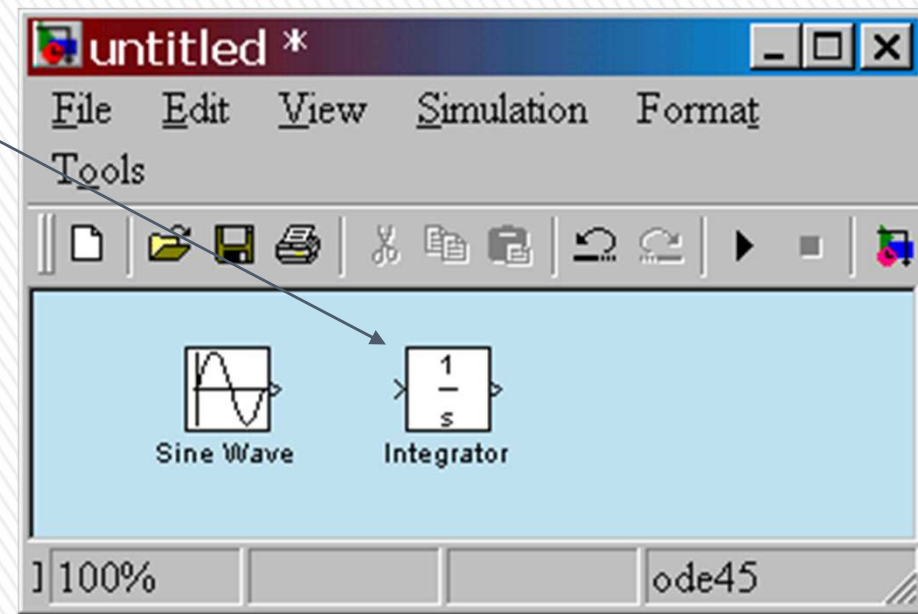




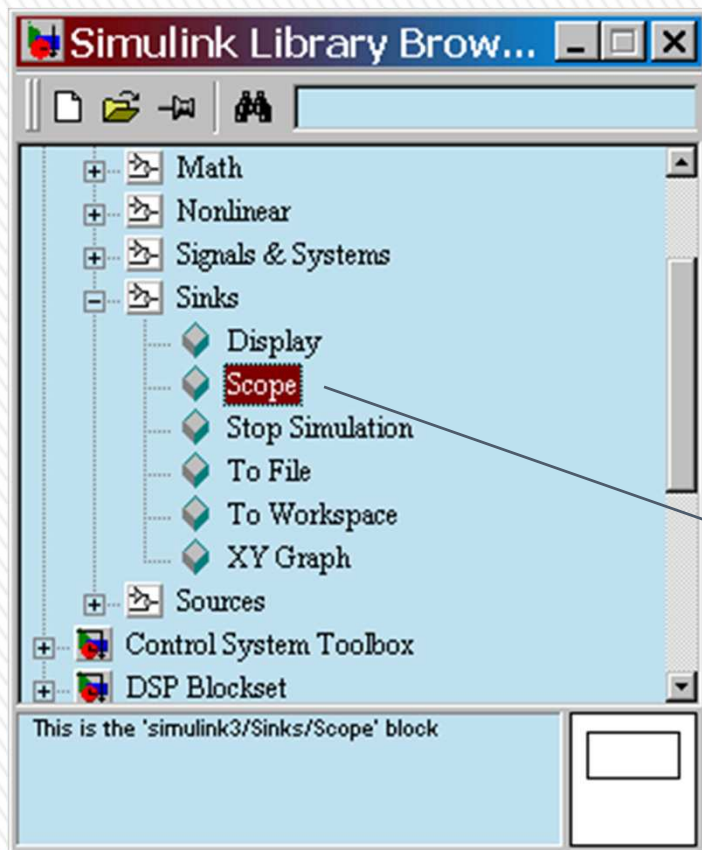
# Selecciona un operador



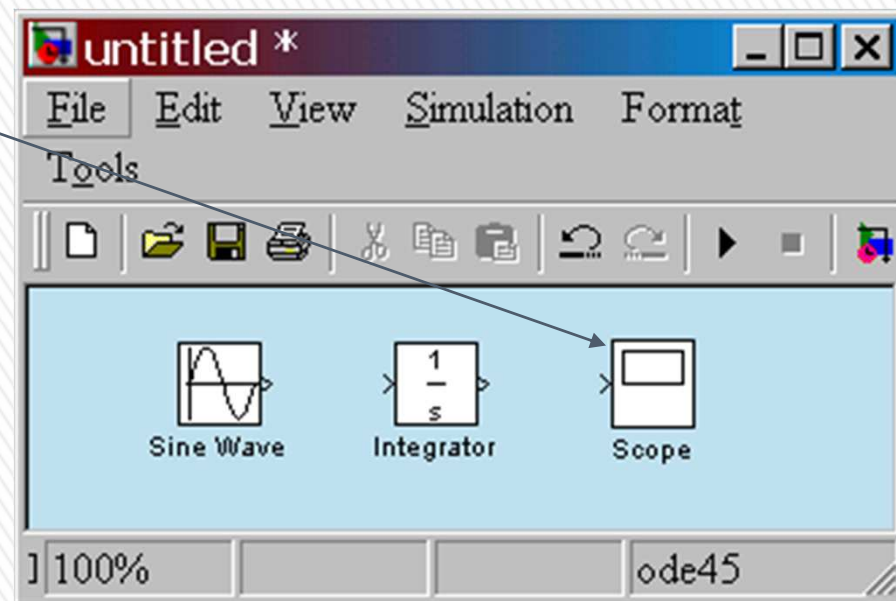
Arrastra un bloque *Integrator* de la librería *Continuous* a la ventana del modelo



# Selección de salida



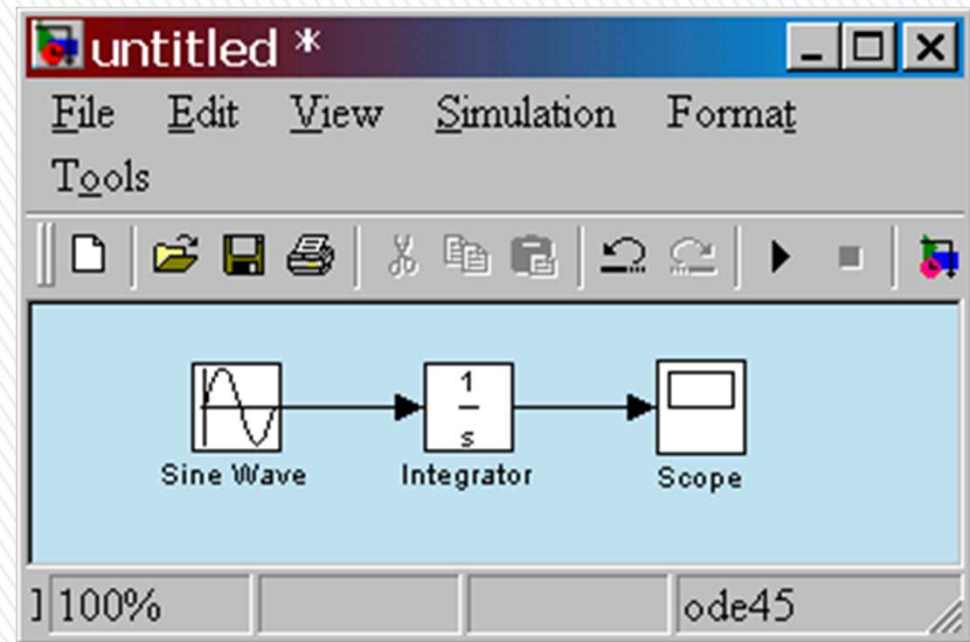
Arrastra un bloque *Scope* de la librería *Sinks* a la ventana del modelo





# Conectar bloques

- » Sitúate en el puerto de salida (>) del bloque *Sine Wave*
- » Arrastra con el ratón de la **salida** del *Sine Wave* a la **entrada** del *Integrator*
- » Arrastra con el ratón de la **salida** de *Integrator* a la **entrada** del *Scope*



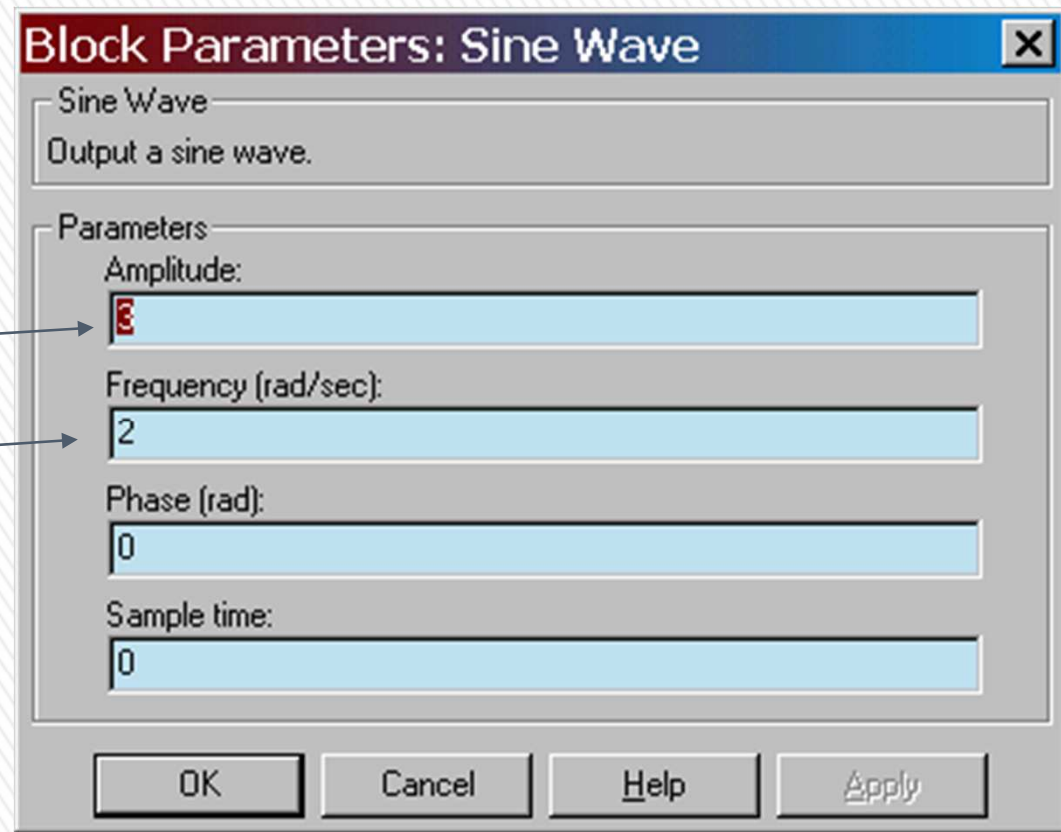
Las flechas indican la dirección del flujo de señal



# Selección de parámetros

Haz doble-click en el bloque *Sine Wave* para fijar amplitud = 3 frecuencia = 2

Esto genera la entrada  $3\sin(2t)$



**Block Parameters: Sine Wave** [X]

Sine Wave  
Output a sine wave.

Parameters

Amplitude:

Frequency (rad/sec):

Phase (rad):

Sample time:

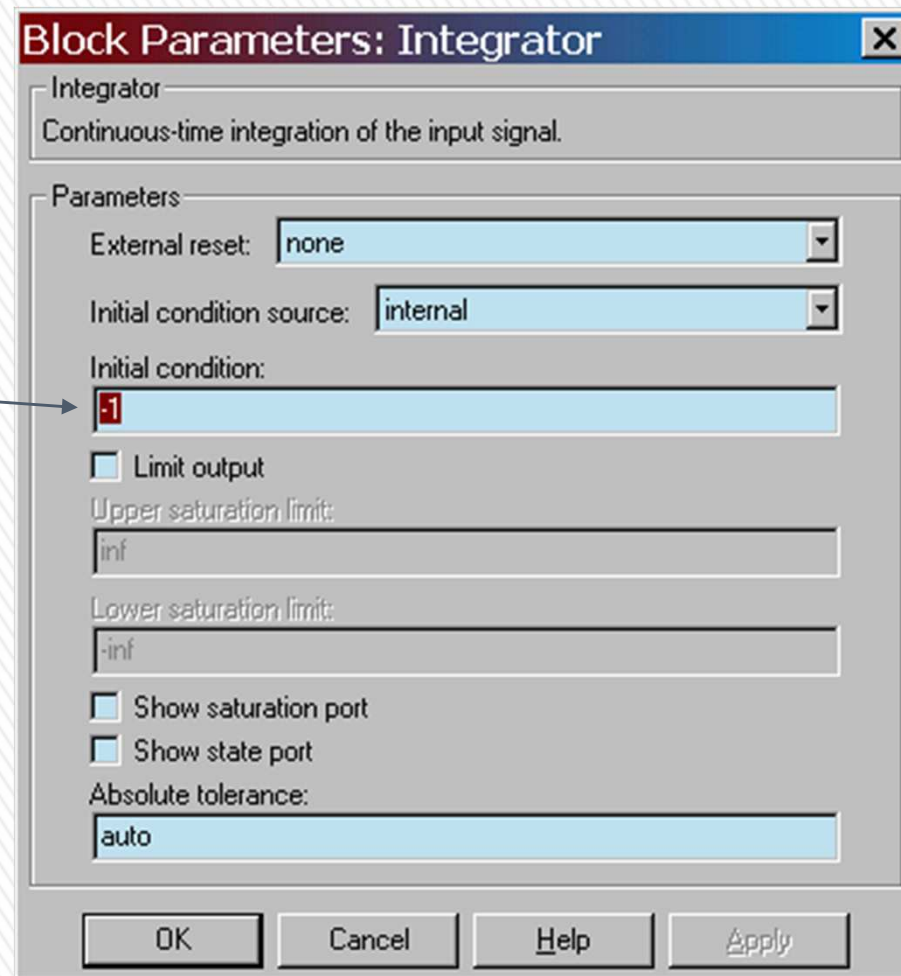
OK Cancel Help Apply



# Condiciones iniciales

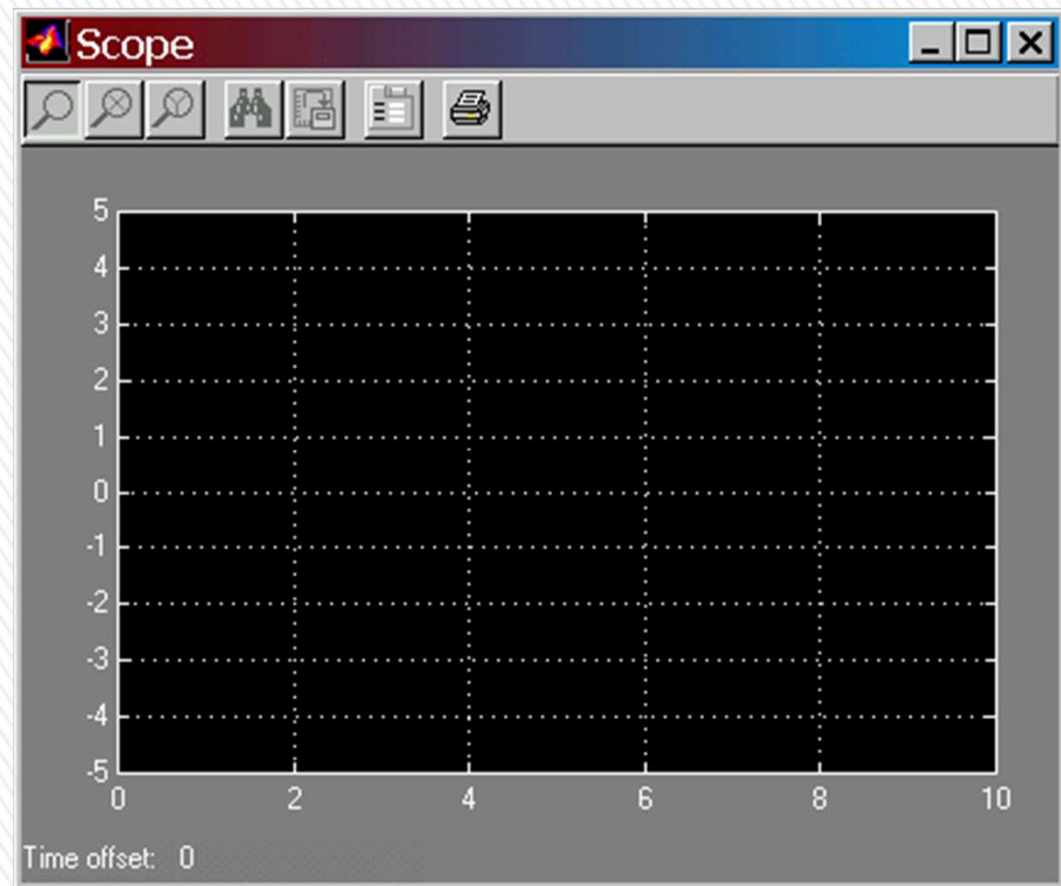
Haz doble click  
en el bloque  
*Integrator* para  
fijar la condición  
inicial = -1.

Esto fija la IC  
 $x(0) = -1$ .



# Resultados de simulación

Haz doble-click sobre *Scope* para ver los resultados de simulación

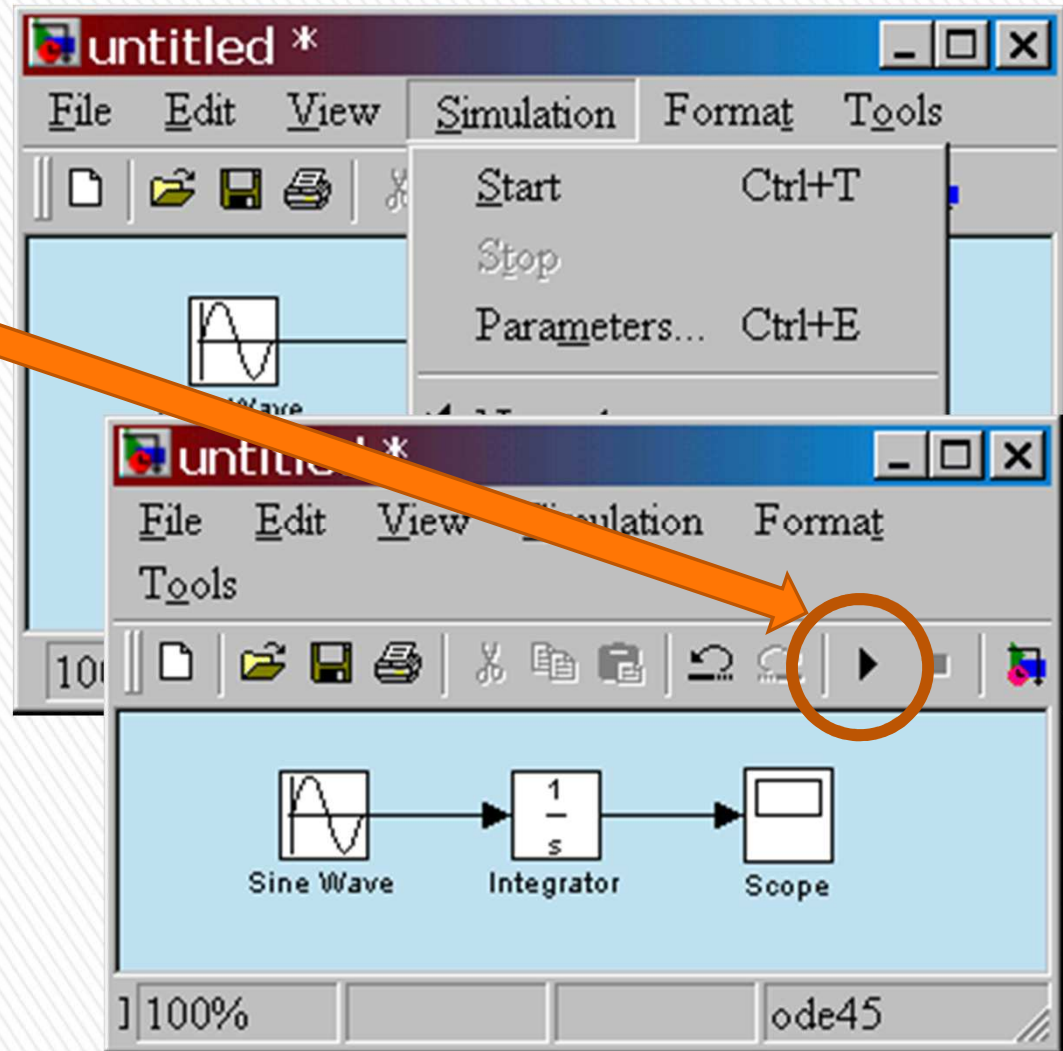




# Correr la simulación

Selecciona *Start*,  
en el menú  
desplegable de  
*Simulation* o pica

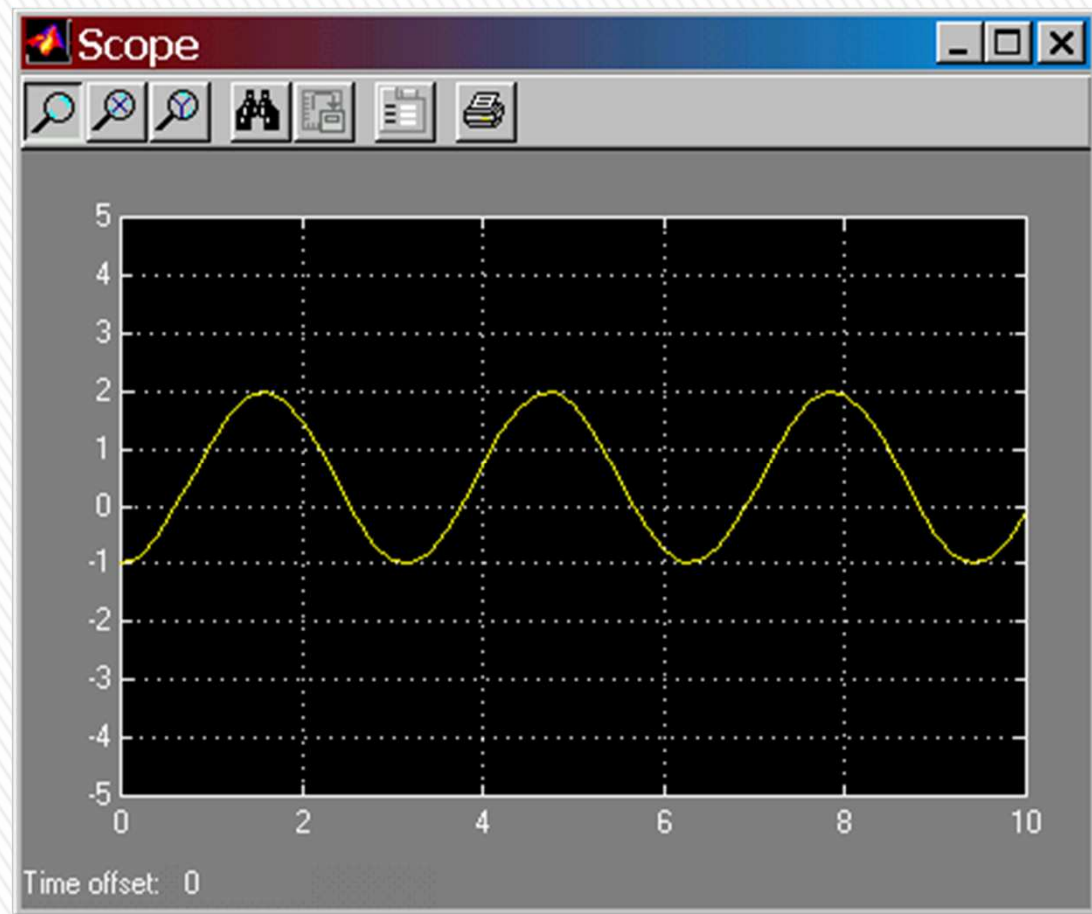
Observa los  
resultados de  
simulación de la  
salida  $x(t)$  en la  
ventana *Scope*



# Resultados de simulación

Para verificar que esta representación es correcta, se resuelve la ecuación analíticamente, resultando:

$x(t) = \frac{1}{2} - \frac{3}{2}\cos(2t)$   
que es coincidente con el plot





# Ejemplo 2

» Construir un modelo Simulink que resuelva la ecuación diferencial siguiente

- > Sistema de 2º orden forzado y con pérdidas
- > Condiciones iniciales nulas
- > La entrada  $f(t)$  es un escalón de magnitud 3
- > parámetros:  $m = 0.25$ ,  $c = 0.5$ ,  $k = 1$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t)$$

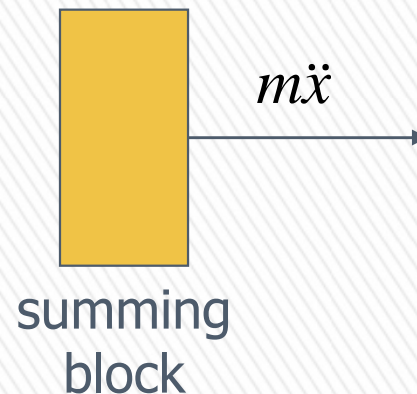


# Diagrama de Simulación

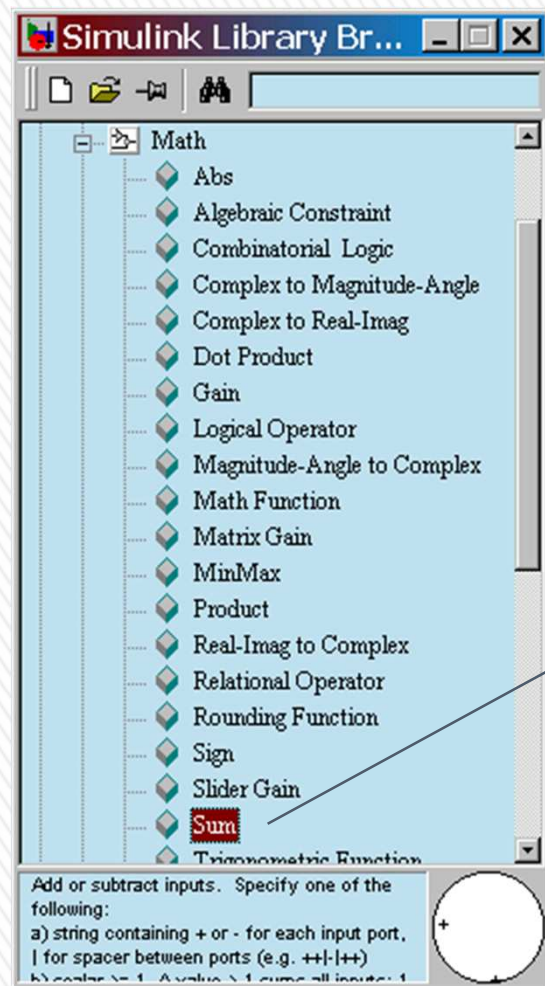
- » Primero, despeja el término con derivada de mayor orden

$$m\ddot{x} = f(t) - c\dot{x} - kx$$

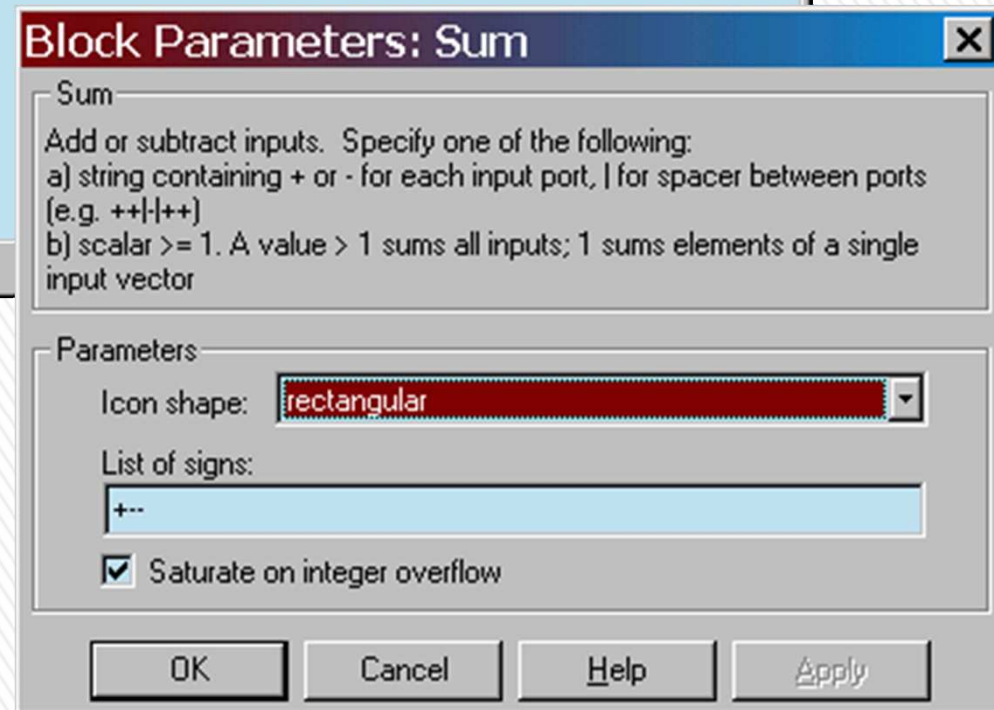
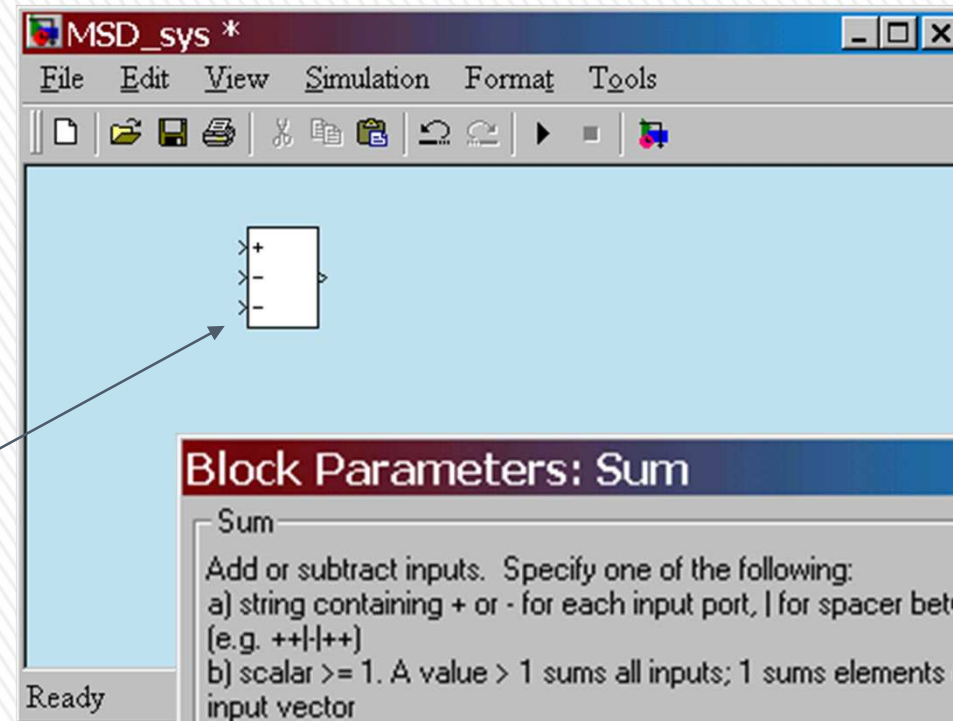
- » Configura el término de la izquierda de esta ecuación como salida de un bloque suma







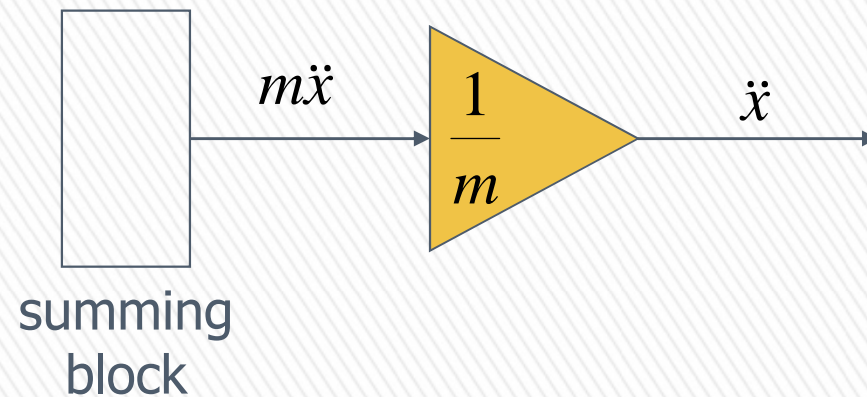
Arrastra el bloque *Sum* desde la librería *Math*



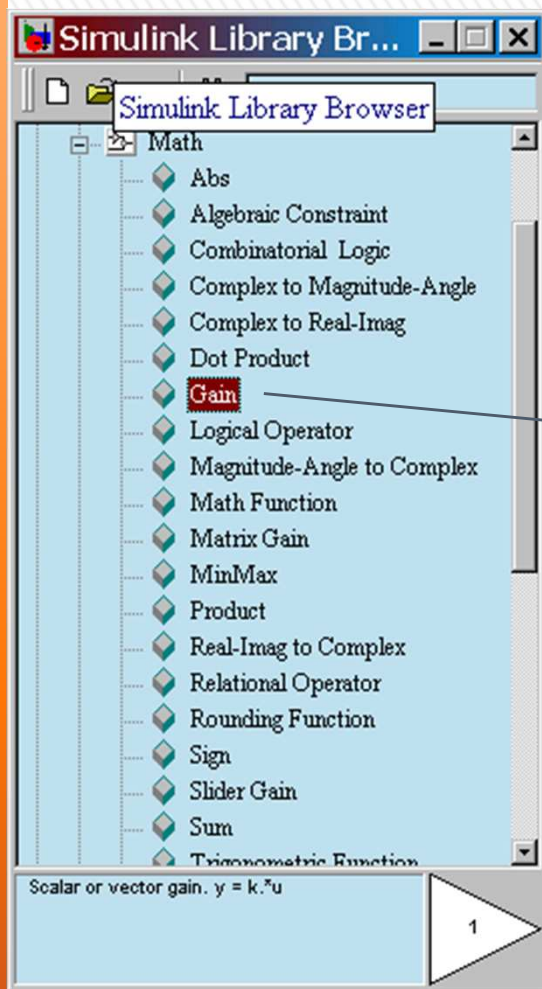
Haz doble-click para cambiar los parámetros del bloque a *rectangular* y + - -

# continúa

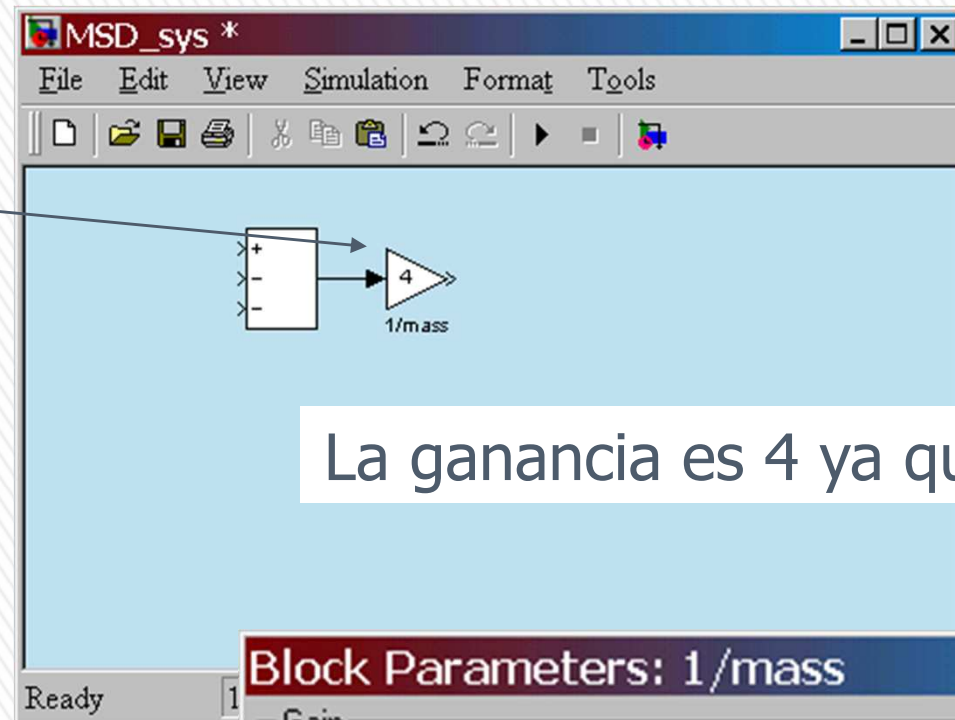
- » Añade un bloque gain (escalador) para eliminar el coeficiente y generar el término de derivada más alta en solitario





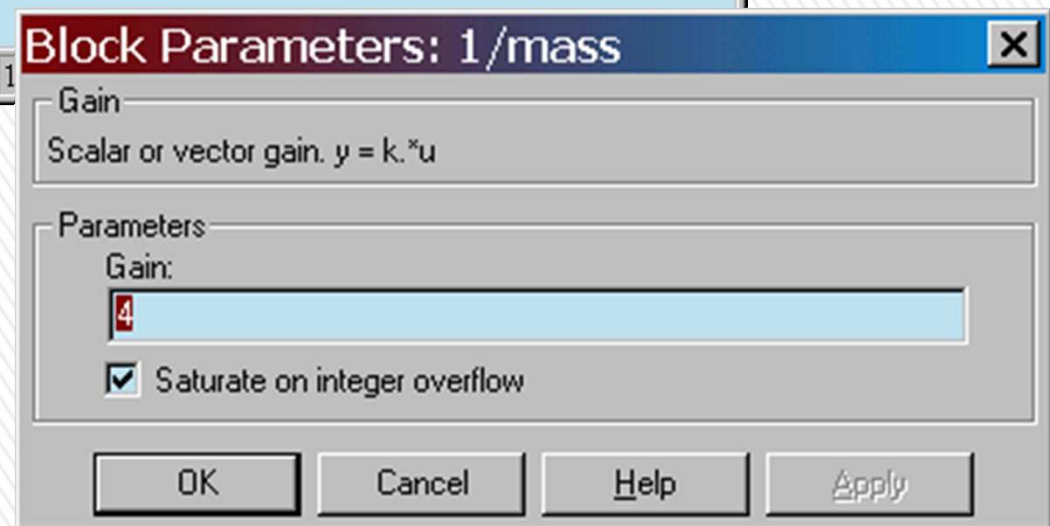


Arrastra un bloque *Gain* desde la librería *Math*



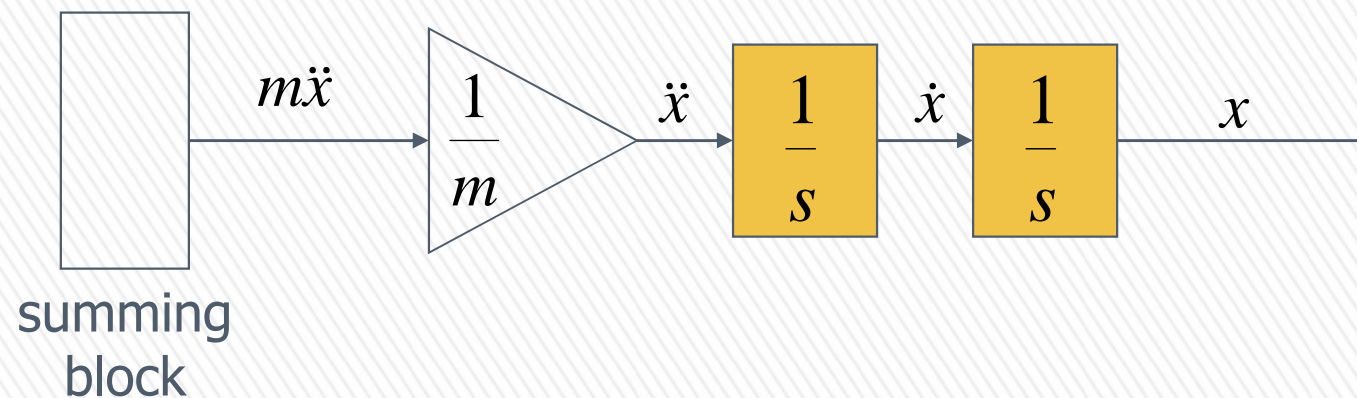
La ganancia es 4 ya que  $1/m=4$ .

Haz doble-click para cambiar los parámetros del bloque.

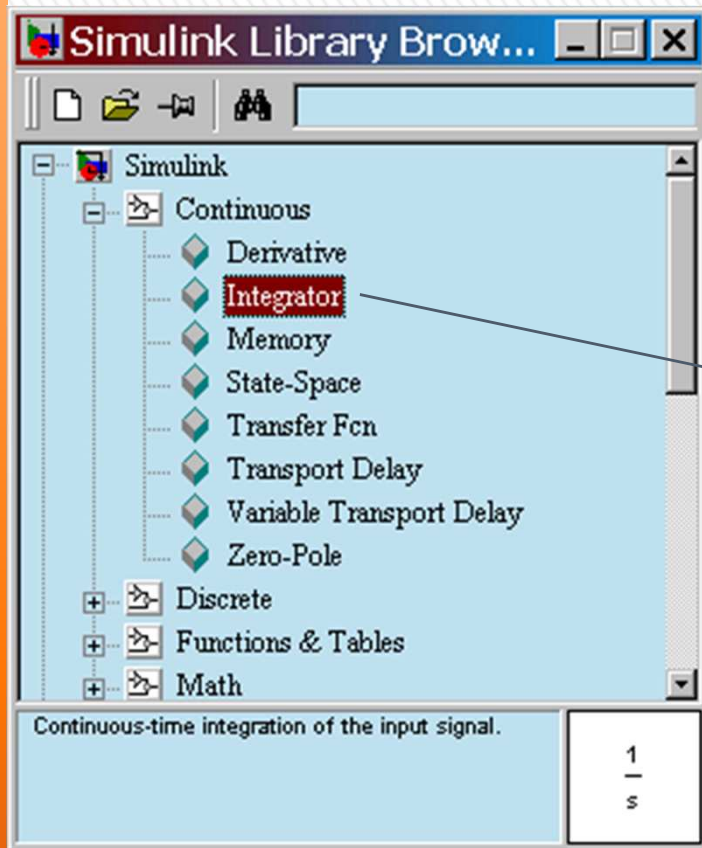


# continúa

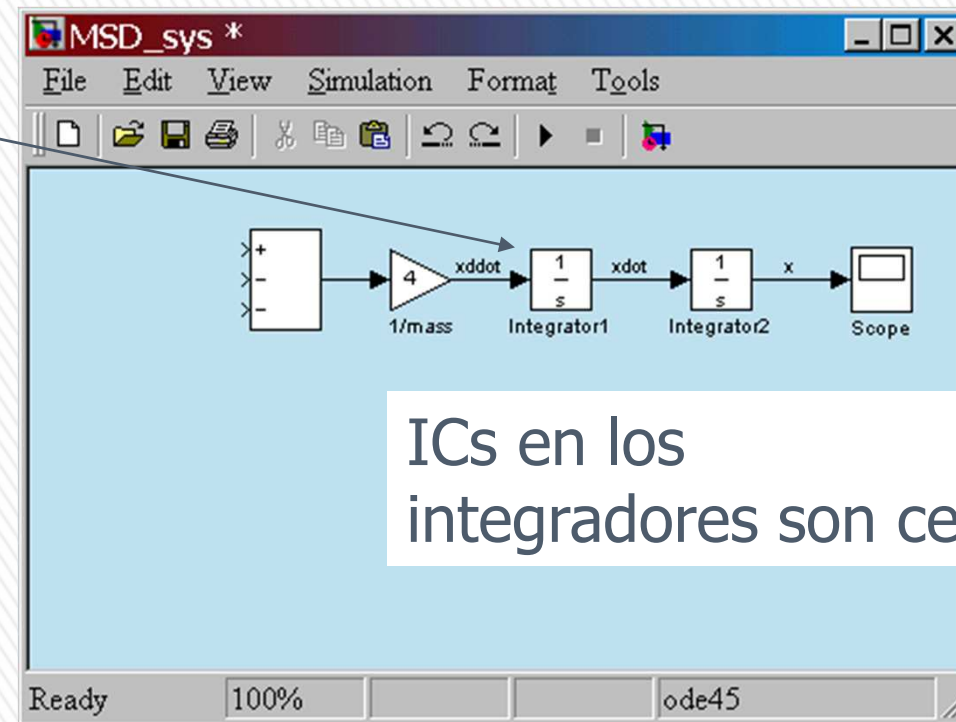
- » Añade integradores para obtener la variable de salida deseada







Arrastra bloques *Integrator* desde la librería *Continuous*

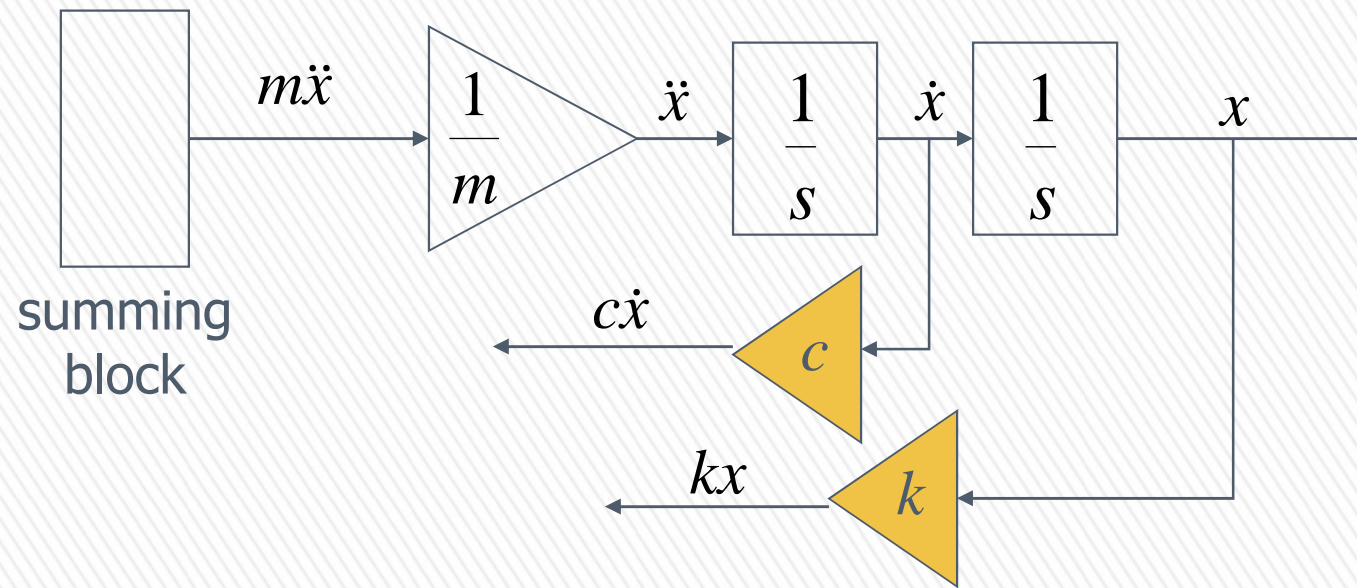


ICs en los integradores son cero

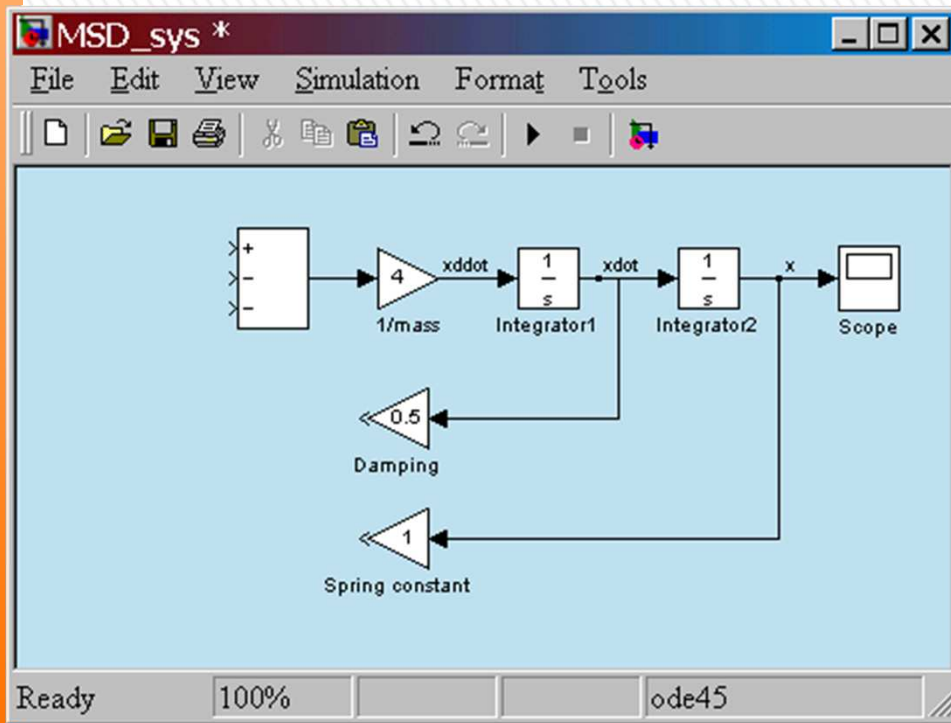
Añade un *Scope* desde la biblioteca *Sinks*.  
 Conecta los puertos de salidas a los puertos de entrada.  
 Pon etiquetas en las señales con doble-click en las líneas. ➤

# continúa

- » Conecta las salidas de los integradores a bloques escaladores para crear los términos de la parte derecha de la ecuación diferencial



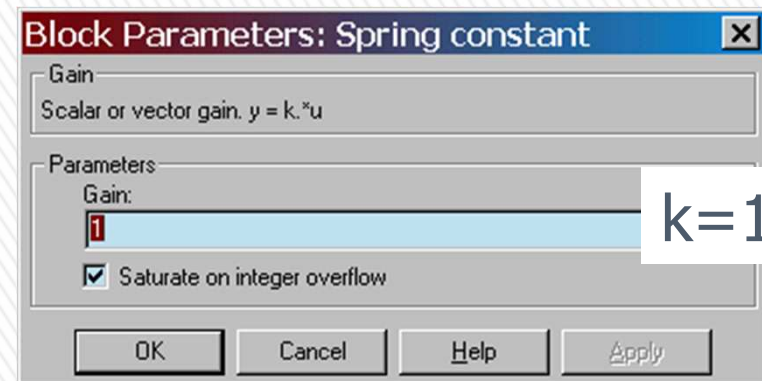
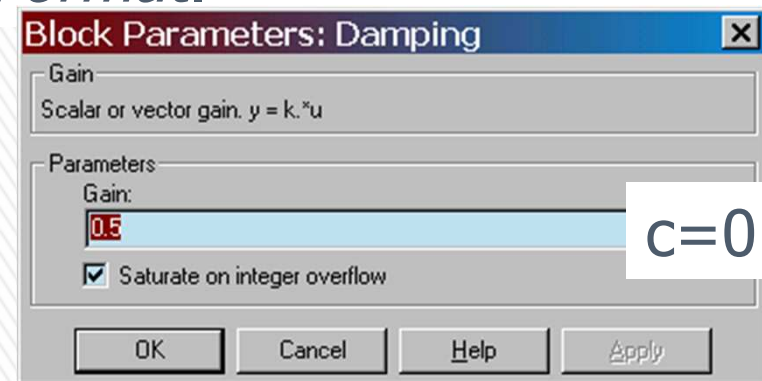




Arrastra nuevos bloques *Gain* desde la librería *Math*

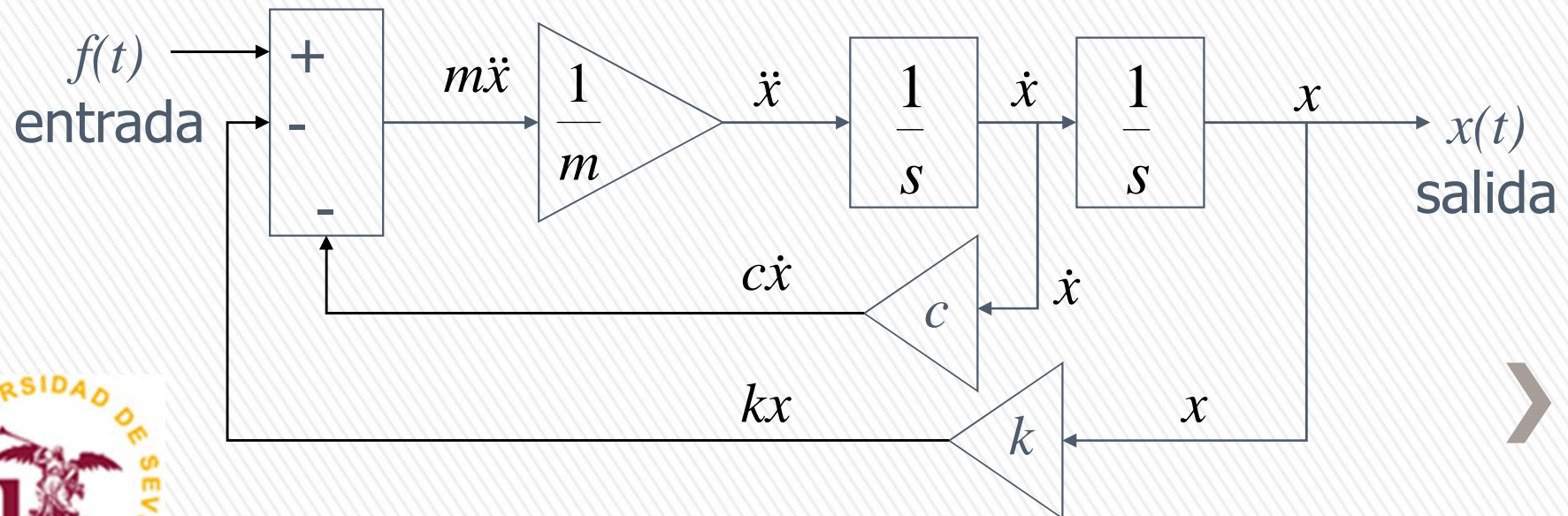
Para rotar el bloque *gain* selecciónalo y pica en *Flip Block* en el menú desplegable *Format*.

- ❑ Haz doble-click sobre los bloques *gain* para fijar parámetros
- ❑ Conecta las entradas de los bloques *gain*.
- ❑ Cámbiales el título.

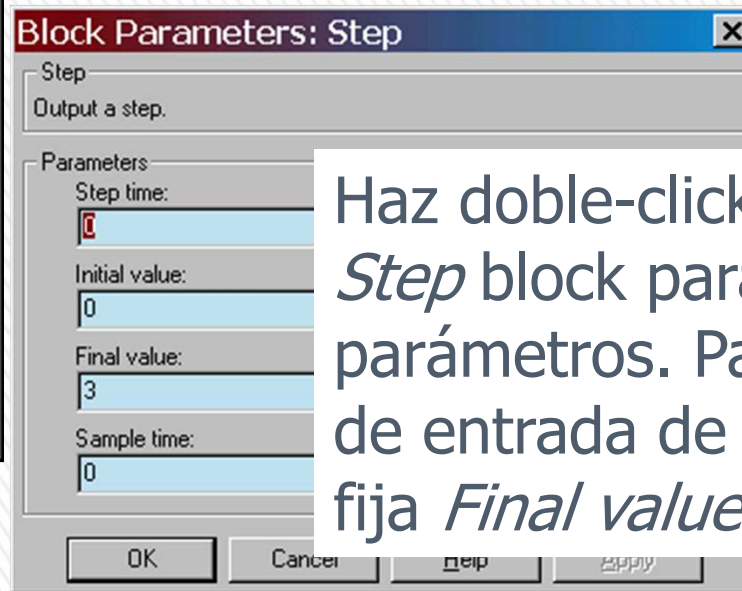
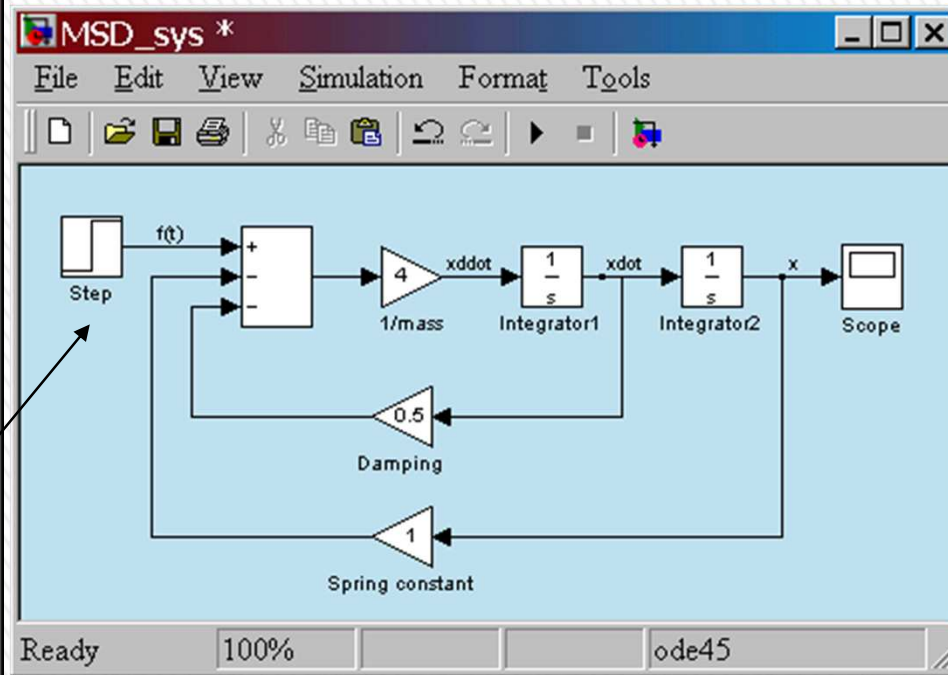
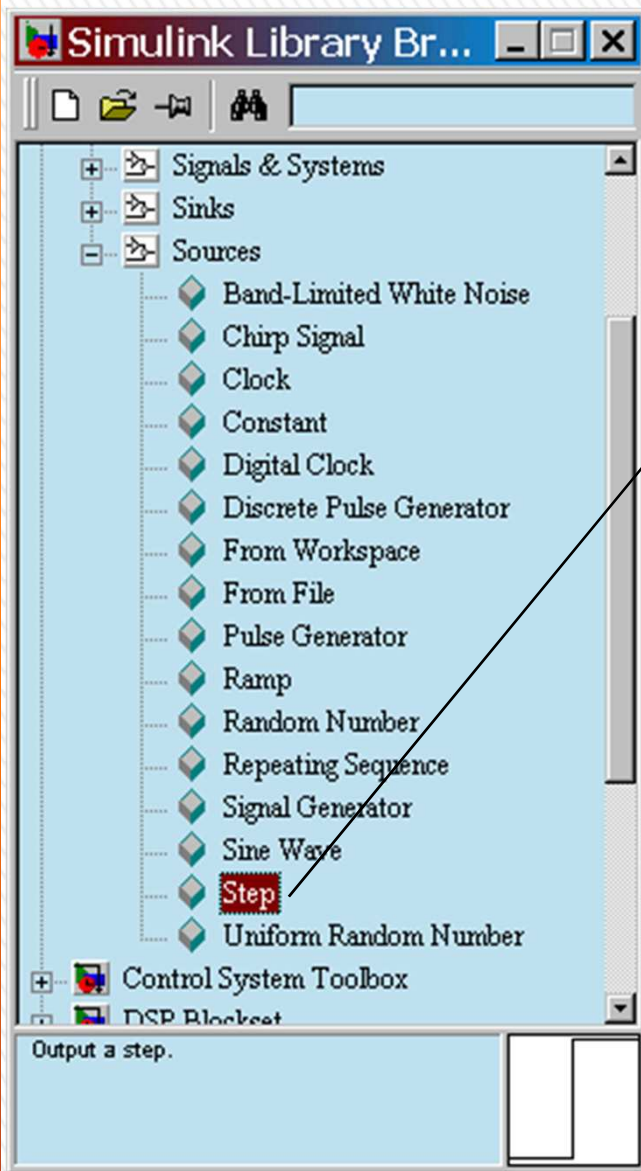


# Finaliza el modelo

- » Conecta las salidas de los bloques gain y la entrada a las entradas del bloque sumador.
- » Ojo con los signos en el sumador.

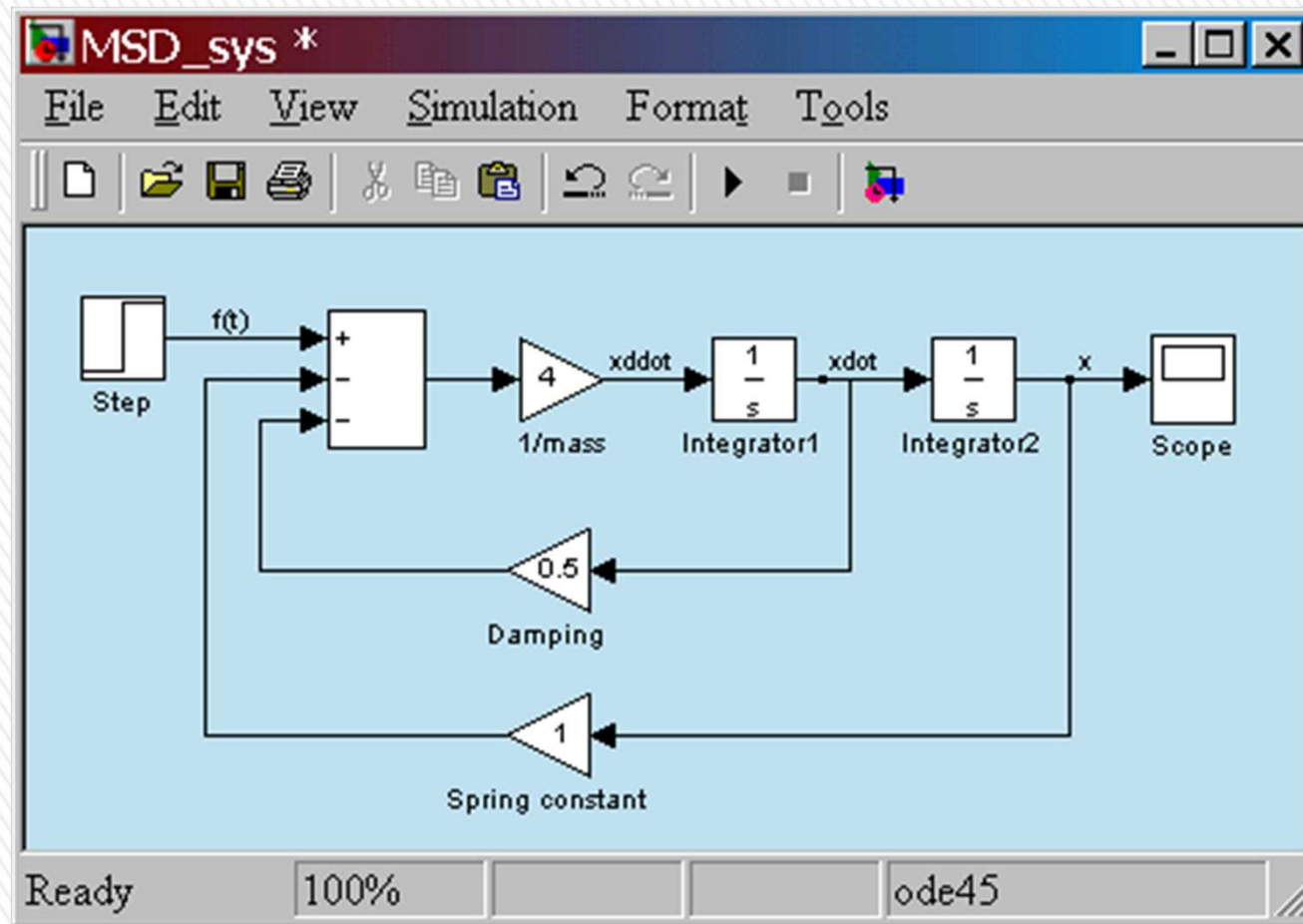






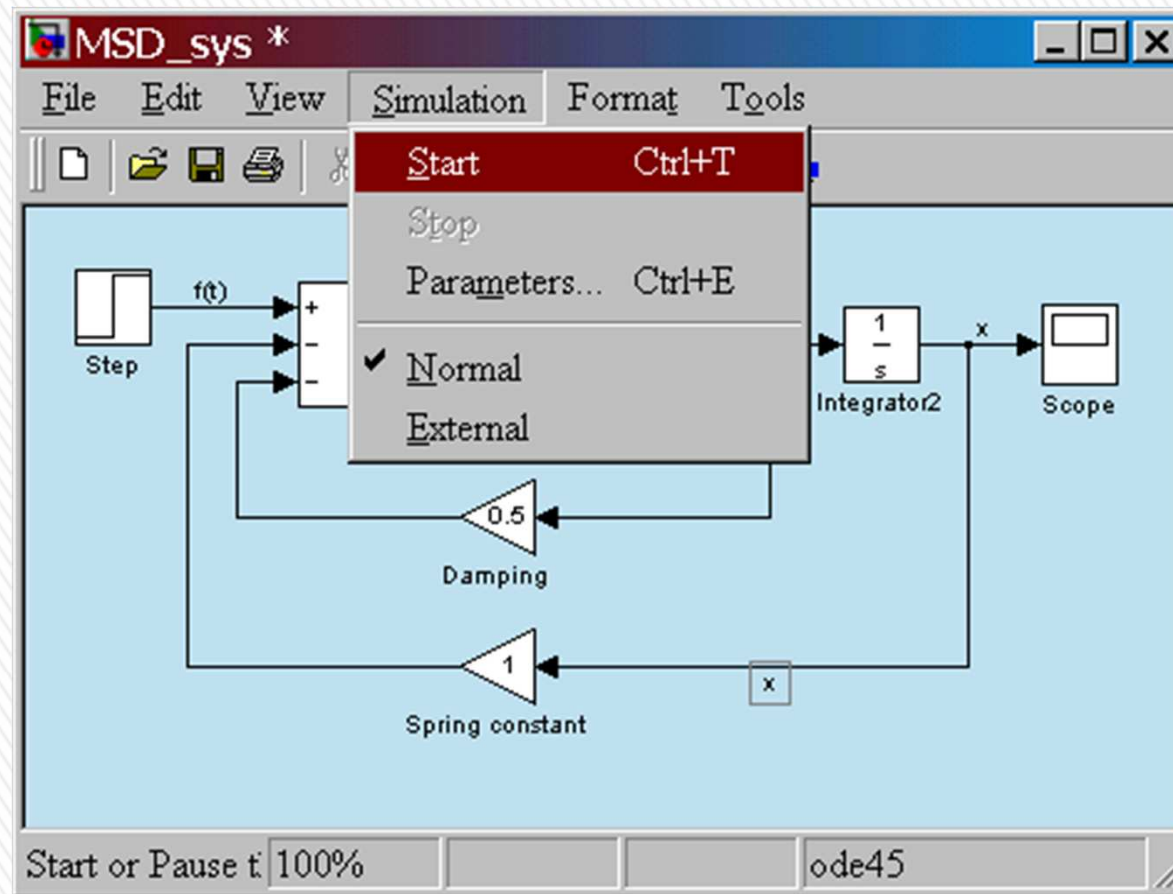
Haz doble-click en el bloque *Step* block para fijar los parámetros. Para un escalón de entrada de magnitud 3, fija *Final value* a 3

# Modelo final Simulink





# Corre la simulación



# Resultados



Respuesta subamortiguada.  
Sobredisparo de 0.5.  
Valor final de 3.  
¿Es esto lo esperado?



# Teóricamente

» Ecuación normalizada

$$\frac{\ddot{x}}{\frac{k}{m}} + \frac{c}{k} \dot{x} + x = \frac{1}{k} f(t)$$

» Frecuencia de resonancia

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2.0$$

» Coeficiente de amortiguamiento

$$\frac{2\zeta}{\omega_n} = \frac{c}{k} \rightarrow \zeta = 0.5$$

» Ganancia en el estacionario

$$K = \frac{1}{k} = 1$$



# Análisis de resultados

- » Coeficiente de amortiguamiento menor que 1.
  - > Se espera que la respuesta sea subamortiguada.
  - > Se espera sobredisparo.
- » Ganancia entrada-salida en el estacionario=1.
  - > Se espera que la salida sea igual a la entrada.
  - > Si la entrada tiene magnitud 3, esa será la salida.
- » Los resultados de simulación coinciden con los esperados.







Fin del  
tutorial

