

Métodos Numéricos y de Simulación

TEMA 2.

Introducción a SIMULINK



Departamento de Electrónica y Electromagnetismo
Universidad de Sevilla

Indice

- ¿Qué es la Simulación?
- ¿Qué es Simulink?
- Cómo crear un modelo
- Cómo ejecutar la simulación de un modelo
- Ejemplos



Definición de Simulación

- Mecanismo que permite **reproducir el comportamiento** de un modelo sin necesidad de experimentación
- Proceso para **diseñar y desarrollar un modelo** computerizado de un sistema o proceso y **conducir experimentos** con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema



Simulación en el Método Científico

Observación

Hipótesis

Experimentación

Registro y análisis de datos

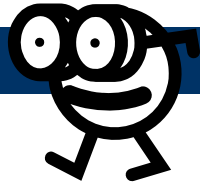
NO

Pronóstico

SÍ

Tesis

SIMULACIÓN



Imprescindible si
Características

Coste de fabricación alto

Variación de condiciones

Software

Interactiva y programable

Extensible a todo ámbito

Alto nivel de confianza



Fases de la simulación

- Definición del sistema
- Formulación del modelo
- Colección de datos
- Implementación del modelo en el ordenador
- Verificación
- Validación
- Experimentación
- Interpretación
- Documentación

MODELO



Ventajas de la simulación

Mejor comprensión
del sistema

Mucho
software
disponible

Entrenamiento

Alternativo a montaje
experimental y a
análisis teórico

Efecto de cambios
en el sistema

**BAJO
COSTE**



Inconvenientes de la simulación

- Resultados de precisión dudosa (dependientes del modelo)
- Nos puede alejar de la realidad
- Crea dependencia, según las aplicaciones

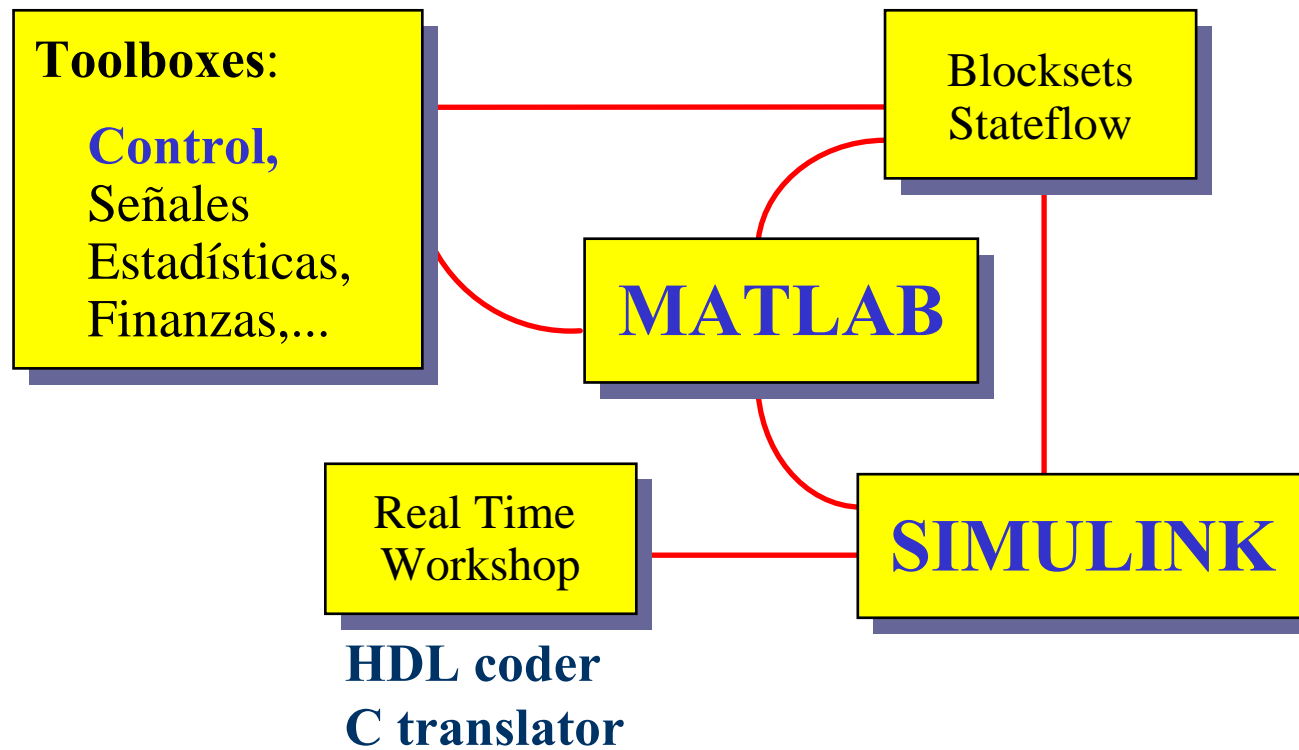


¿ Qué es Simulink ?

- Es una herramienta interactiva
- Sirve para modelar y analizar sistemas dinámicos
- Basada en diagramas de bloques
- Acoplada con MATLAB



Estructura de SIMULINK



Pasos para el uso de Simulink

- Definición de un modelo o o representación matemática
- Definición de los parámetros del sistema
- Elección de un método de integración apropiado
- Ajuste de las condiciones de ejecución de la simulación



Recomendaciones previas

- Tener una descripción matemática del modelo
- Las ecuaciones deben ser manipuladas para eliminar posibles lazos algebraicos
- Tener conocimiento de cuáles variables son independientes y cuáles son dependientes
- Reescribir las ecuaciones integrales con las variables de estado dependientes expresadas como alguna integral de una combinación de variables independientes y variables dependientes



Crear un Modelo

- Una **teoría** es una declaración de un principio abstracto de una observación
- Un **modelo** es una representación de una teoría que puede ser usada para predicción, control, etc.
- Un modelo puede ser **real y no simple** para ser entendido y fácilmente manipulado
- El modelado consiste en un **proceso de análisis y síntesis** para encontrar una descripción matemática conveniente que abarque las características dinámicas relevantes de los componentes, preferiblemente en términos de parámetros que puedan ser determinados en la práctica



Taxonomía de modelos matemáticos

- **Lineal vs No Lineal:** Descritos por relaciones lineales/no lineales que obedecen (o no) al principio de superposición
- **Parámetros Distribuidos:** Descritos por ecuaciones diferenciales parciales en el tiempo y una o más coordenadas espaciales como variables independientes
- **Estáticos vs Dinámicos:** No/Sí toman en cuenta la variación del tiempo
- **Continuos vs Discretos:** Descritos por ecuaciones con variables dependientes son continuas (o no) en el tiempo
- **Determinista vs Estocástico:** La información pasada, (no) permite la formulación de una regla para determinar el resultado preciso de un experimento



Ejemplo simple

- Posición (x) de una masa (m), sometida a una Fuerza (F) y que se ve sometida a una fuerza de rozamiento proporcional a su velocidad (\dot{x})
- $F - c\dot{x} = m\ddot{x}$
- Lineal, dinámico, determinista, continuo, ... si masa puntual



Cómo crear un modelo

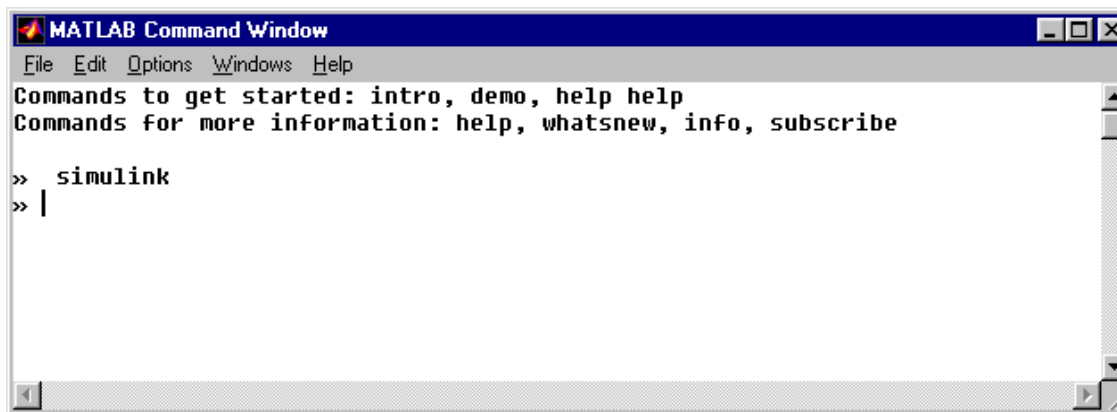
- Edición de un modelo
 - Abrir la ventana de un nuevo modelo
 - Añadir bloques
 - Conectar los bloques
 - Parametrizar los bloques
 - Cambiar el tamaño de los bloques, modificar etiquetas, añadir anotaciones...
- Guardar un modelo (formato .mdl)
- Abrir un modelo desde Matlab



Cómo cargar SIMULINK

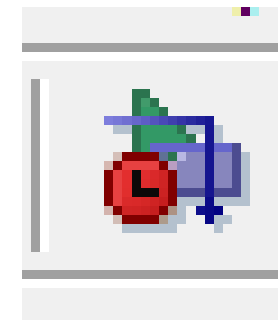
Escribiendo **simulink**
se inicia el programa.

» **simulink**

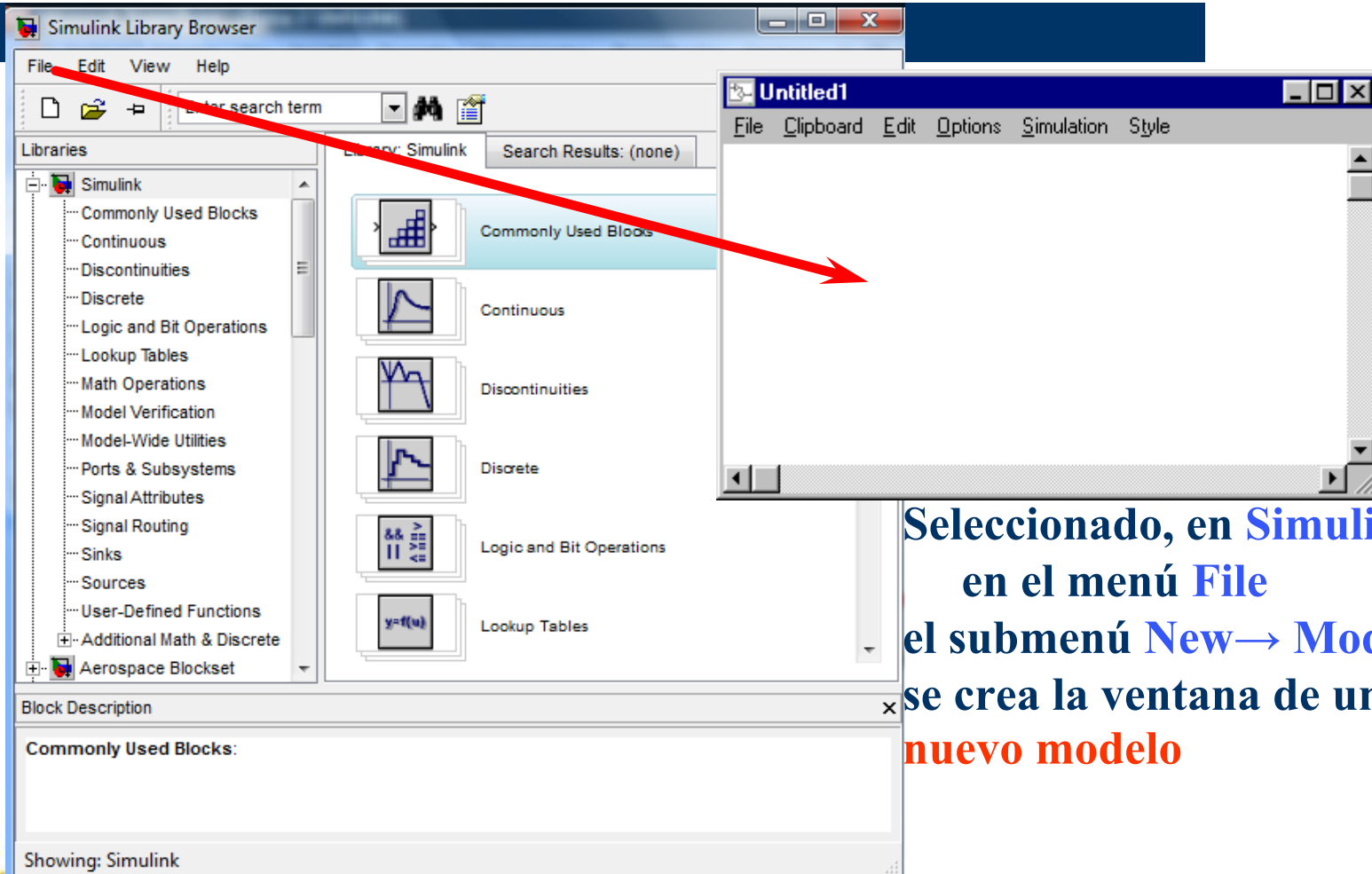


```
MATLAB Command Window
File Edit Options Windows Help
Commands to get started: intro, demo, help help
Commands for more information: help, whatsnew, info, subscribe
>> simulink
>> |
```

Activando en la
ventana de MATLAB
el icono



Abrir la ventana de un nuevo modelo

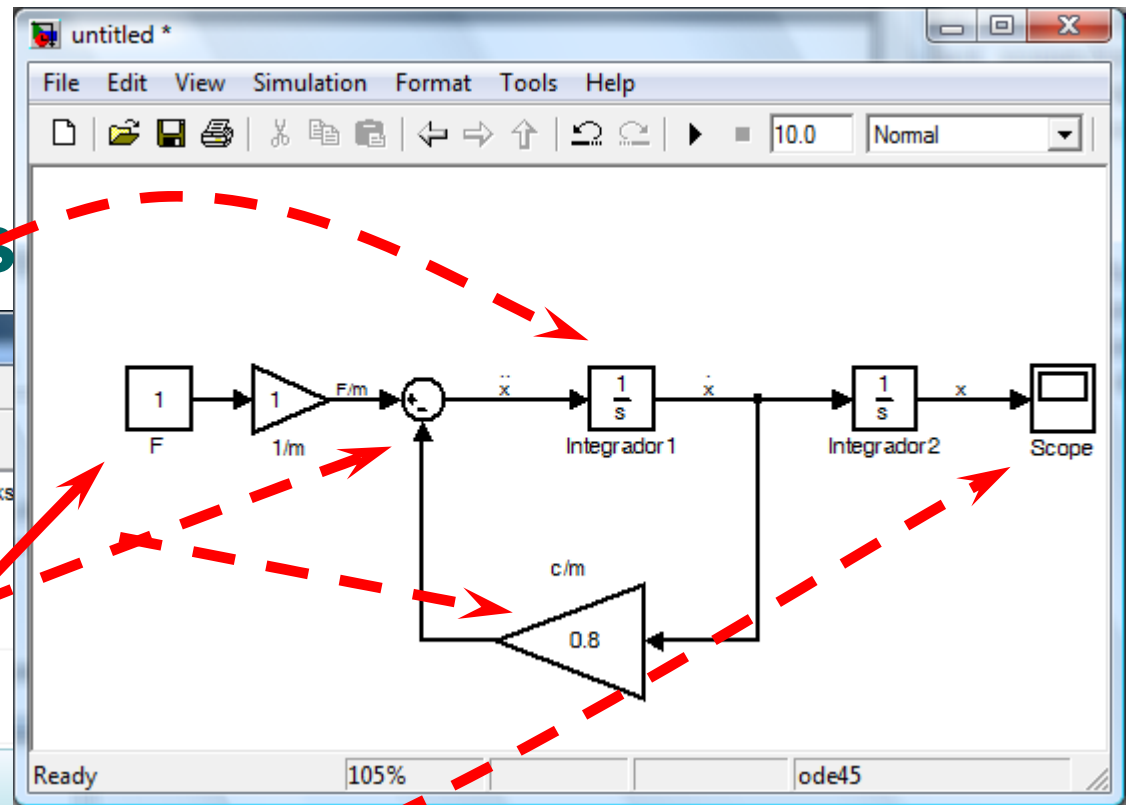


Seleccionado, en Simulink,
en el menú File
el submenú New → Model
se crea la ventana de un
nuevo modelo

Añadir bloques

The screenshot shows the Simulink Library Browser interface. The left pane lists various block categories such as 'Commonly Used Blocks', 'Continuous', and 'Discrete'. The right pane displays a selection of blocks including 'Bus Creator', 'Bus Selector', 'Constant', 'Data Type Conversion', 'Demux', and 'Discrete-Time Integrator'. The 'Constant' block is highlighted with a red dashed arrow. Below the library browser, a 'Block Description' window is open, showing the text: 'Constant: Output the constant specified by the 'Constant value' parameter. If 'Constant value' is a vector and 'Interpret vector parameters as 1-D' is on, treat the constant value as a 1-D array. Otherwise, output a matrix with the same dimensions as the constant value.'

Descripción del bloque



Arrastrar los bloques a la ventana del modelo

Modificar tamaño, nombre, rotar, hacer anotaciones...

Parametrizarlos (bot.izdo.2)

Conectarlos (bot.dcho.1)

Ejecutar una simulación

- Poner 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



Fijar los parámetros de la simulación

- Simulation →

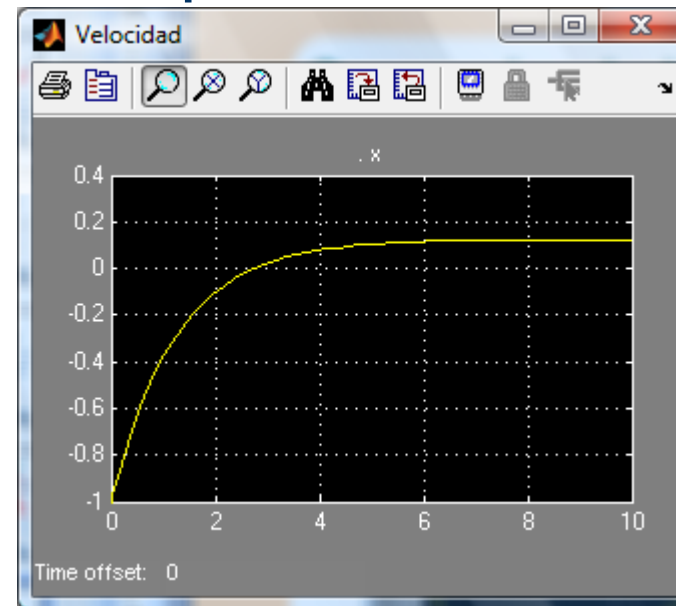
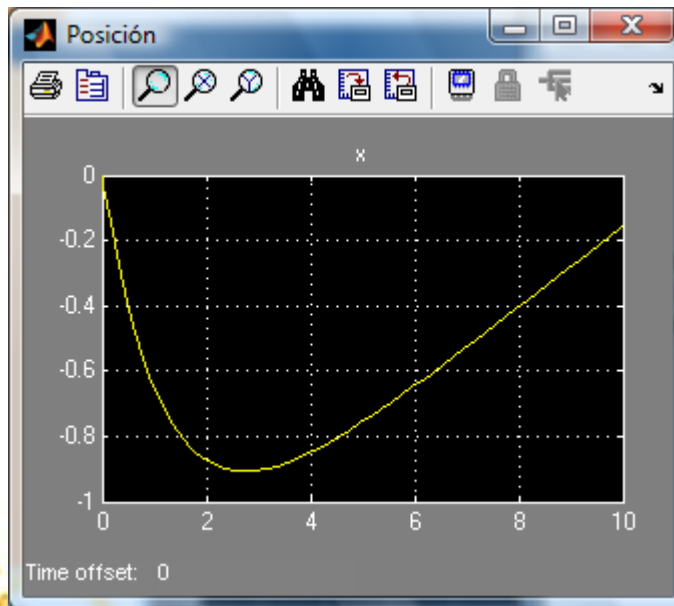
The screenshot shows the 'Configuration Parameters: modelo1/Configuration (Active)' dialog box. The 'Simulation time' section is highlighted with a red arrow and the text 'Tiempo de Simulación'. The 'Start time' is set to 0.0 and 'Stop time' to 10.0. The 'Solver options' section is annotated with 'Paso fijo o variable' pointing to the 'Type' dropdown set to 'Variable step'. The 'Solver' dropdown is set to 'ode45 (Dormand-Prince)', annotated with 'Método de resolución'. The 'Tasking and sample time options' section has 'Tasking mode for periodic sample times' set to 'auto'. The 'Zero crossing options' section has 'Zero crossing control' set to 'Use local settings', 'Zero crossing location algorithm' set to 'Non-adaptive', and 'Zero crossing location threshold' set to 'auto'. The 'Number of consecutive zero crossings allowed' is set to 1000. At the bottom, there are 'OK', 'Cancel', 'Help', and 'Apply' buttons.

¿Condiciones iniciales?



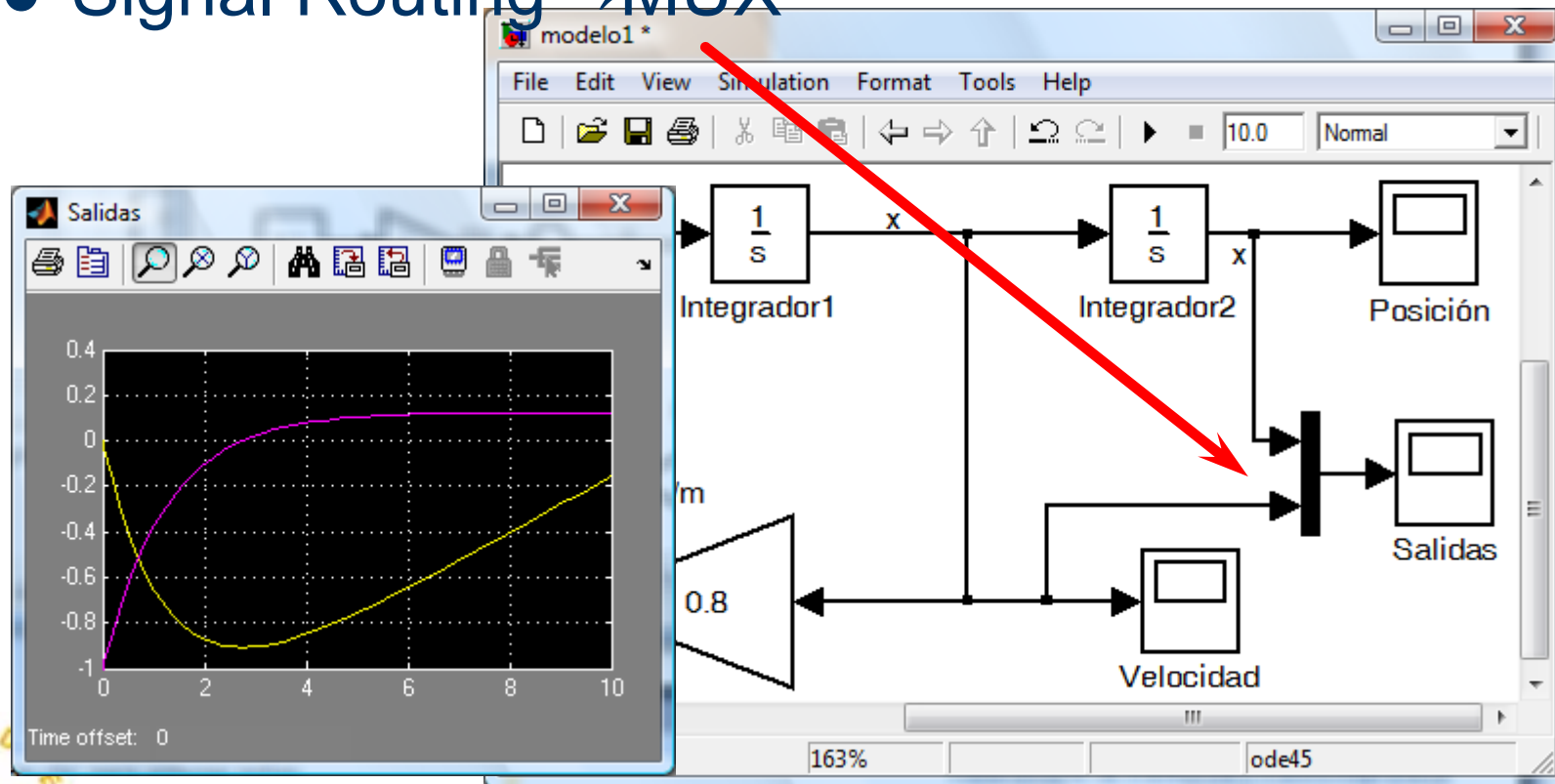
Casos simulados (I)

- Considerar $F=0.1\text{N}$, $m=1\text{Kg}$, $c=0.8\text{Kg/s}$,
- Condición inicial, $x=0$, $\dot{x}=-1\text{ m/s}$
- Parámetros de simulación por defecto



Casos simulados (I)

- Signal Routing → MUX



Casos simulados (I)

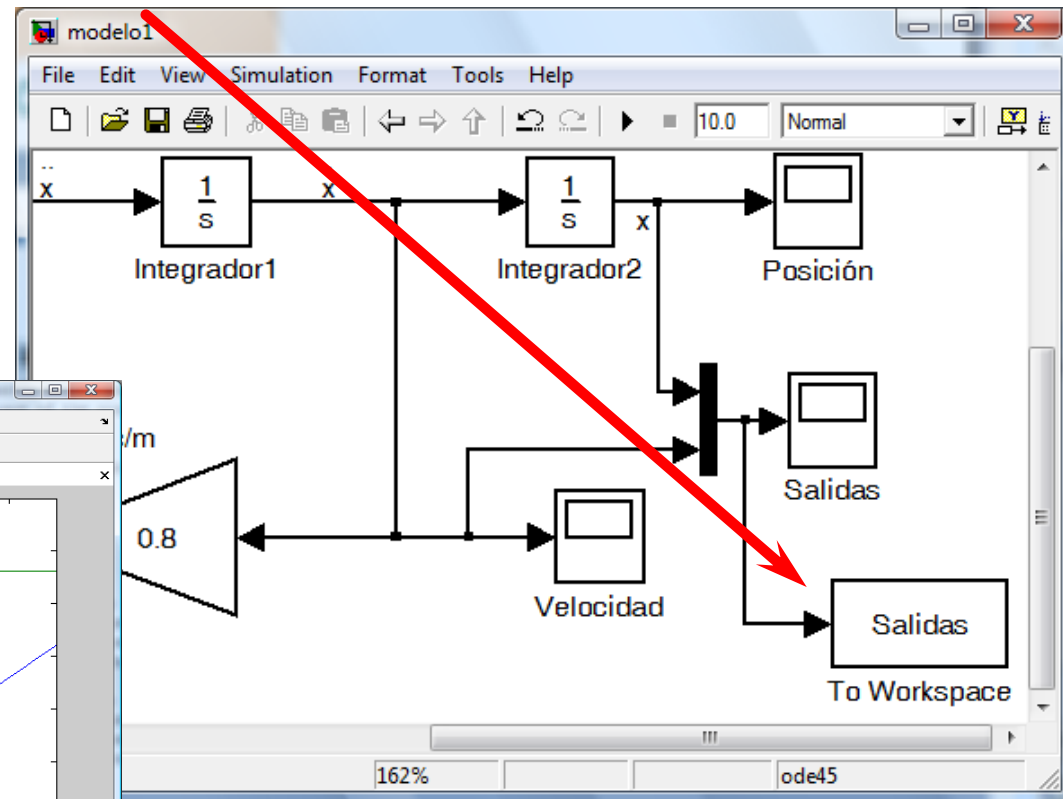
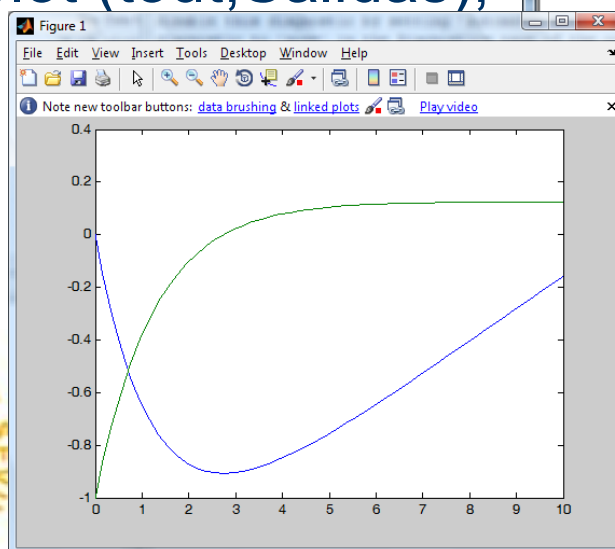
- Pasar la información a MATLAB

Sim. Param.:

data Import/Export

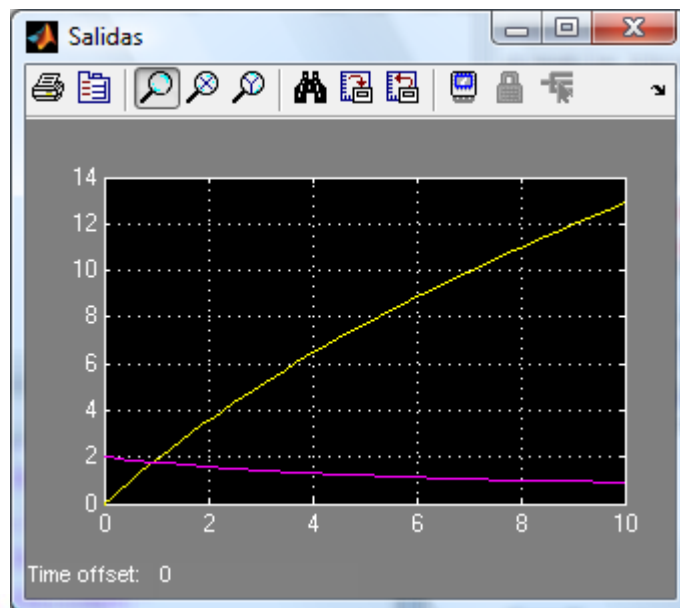
>whos

>plot (tout,Salidas);

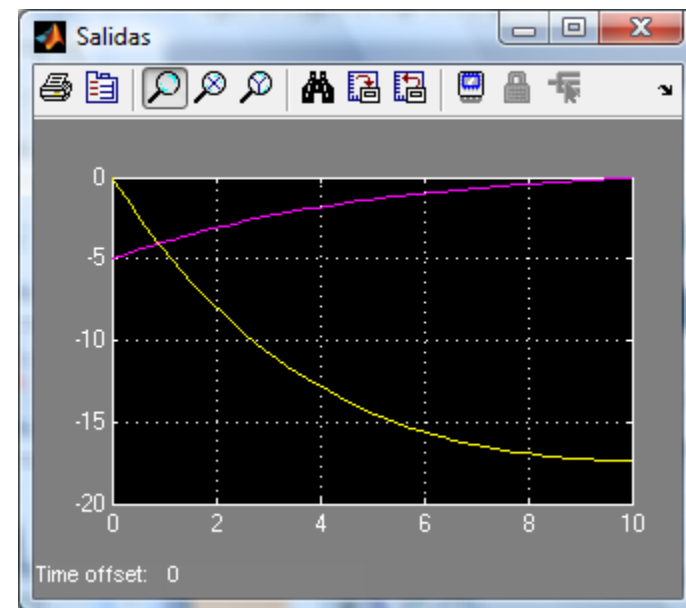


Casos simulados (II)

- Considerar $F=0.3\text{N}$, $m=2\text{Kg}$, $c=0.4\text{Kg/s}$,
- Parámetros de simulación por defecto



$$x=0, \dot{x}=2 \text{ m/s}$$



$$x=0, \dot{x}=-5 \text{ m/s}$$



Métodos de integración

- **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 Runge-Kutta. Más eficiente que ode45 cuando la tolerancia es amplia. Variantes s, t y tb
- **ode113**: Método multipaso, de orden variable Adams-Bashforth-Moulton. Recomendable cuando la función evaluación consume tiempo y la tolerancia es poca
- **ode15s**: Método multipaso, de orden variable basado en la fórmula de diferenciación “backward”



Parámetros de control relevantes

- **tolerance**: Usado para la rutina de integración para controlar la cantidad de error relativo a cada paso
- **minimum step size**: Usado para iniciar y reiniciar la integración al comienzo de una ejecución y después de una discontinuidad
- **maximum step size**: Límite de la longitud del paso para encontrar una apariencia suave en el plot de salida



Simulación desde MATLAB

- Tanto desde la ventana de Matlab como desde la de Simulink se “ve” el mismo Workspace o Espacio de trabajo
- Simular desde la línea de comandos:
 - Repetir de manera automática las simulación
 - Ajustar o sintonizar los parámetros
- Simular un modelo utilizando todos los parámetros

$[t, x, y] = \text{ode45}(\text{modelo}, \text{neq}, \text{tspan}, \text{ntspan}, \text{next}, t_0, \text{tfinal}, \text{tdir}, y_0, f_0, \text{odeArgs}, \text{odeFcn}, \dots)$

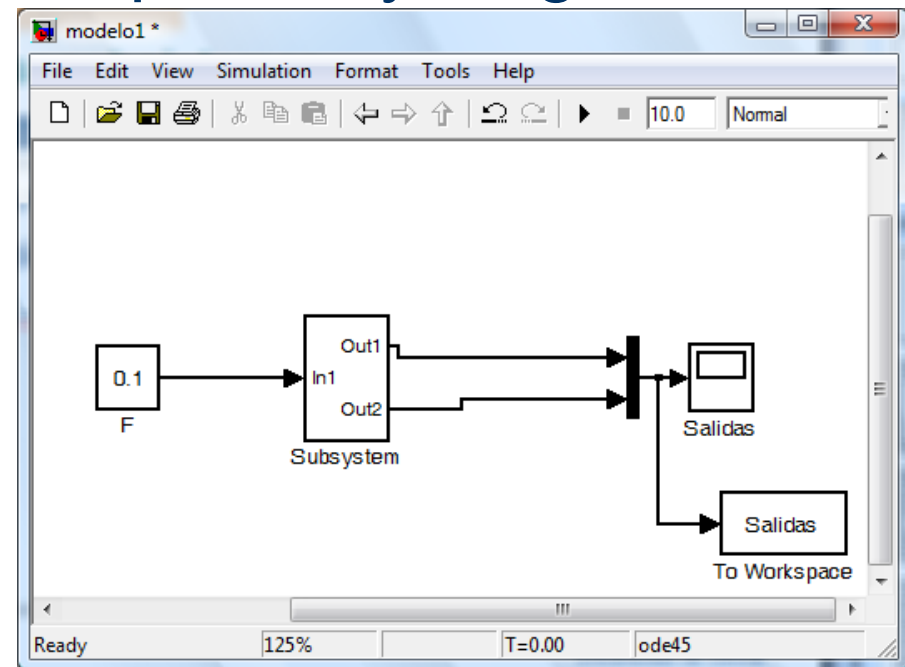
El tiempo t , el estado x y la salida y son vectores retornados por la simulación.



Crear subsistemas

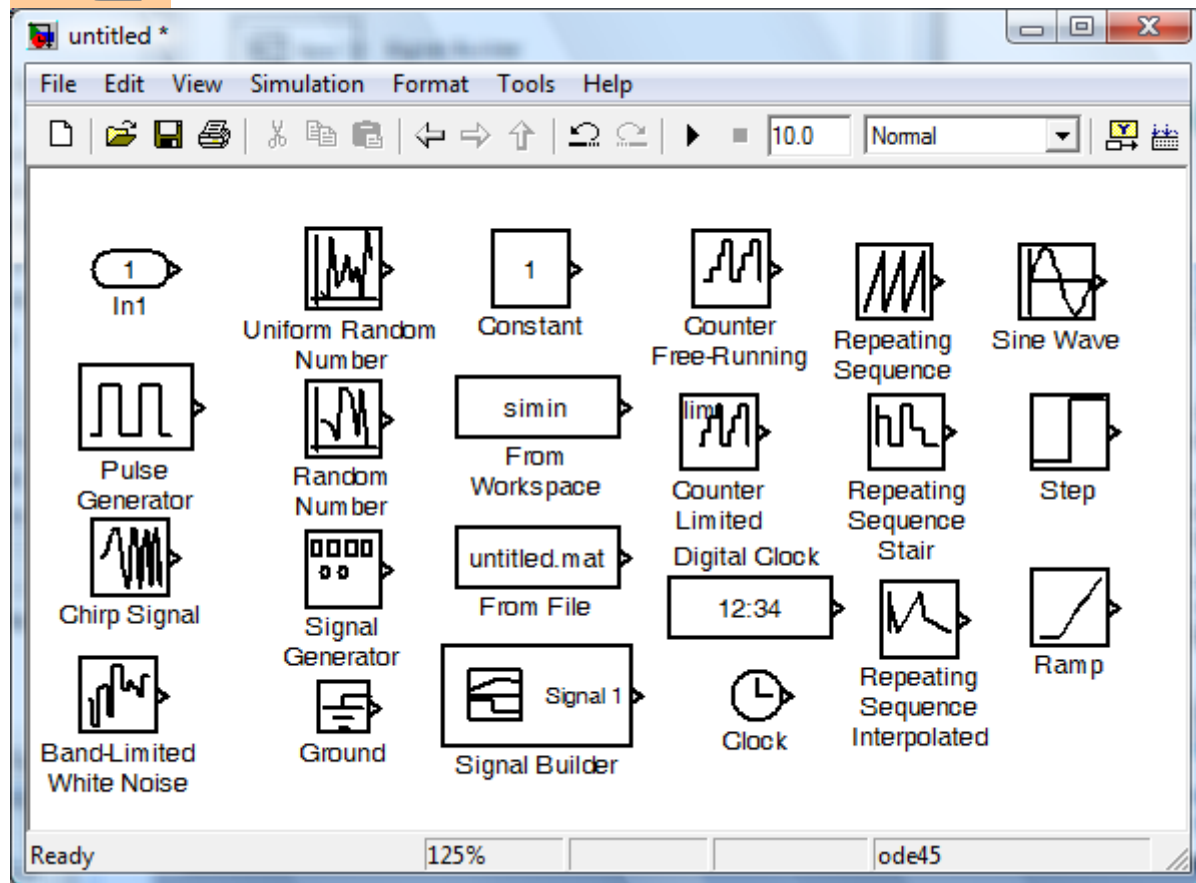
- Nivel de entrada-salida
- Selección con el bot. izq. ratón y luego:
Edit→Create Subsystem

Se puede invocar el subsistema con bot.izq.2

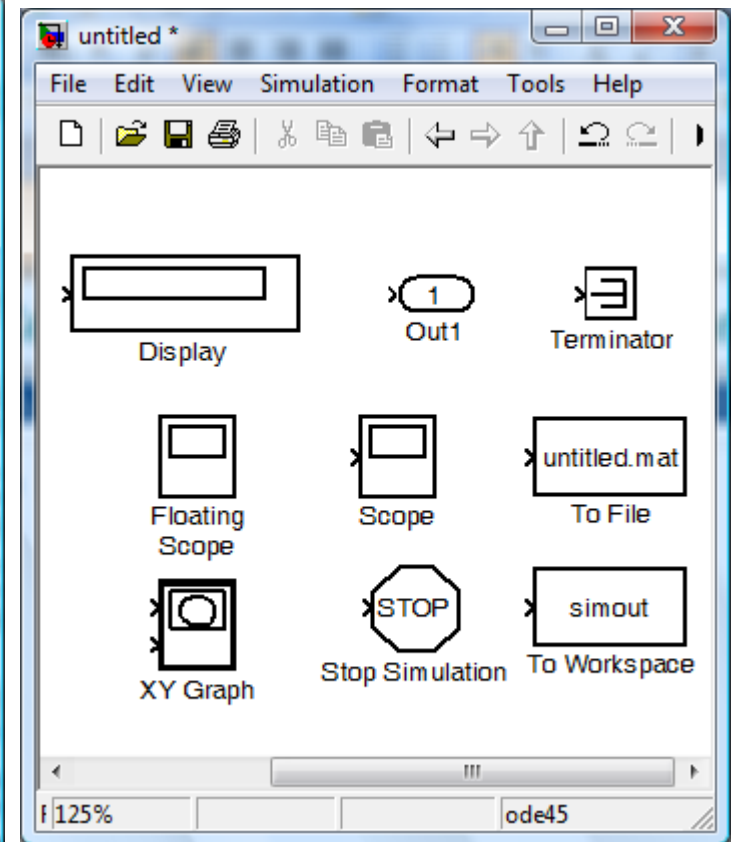


Departamento de Electrónica y Electromagnetismo
Universidad de Sevilla

Cómo introducir/observar información



Source



Sink

