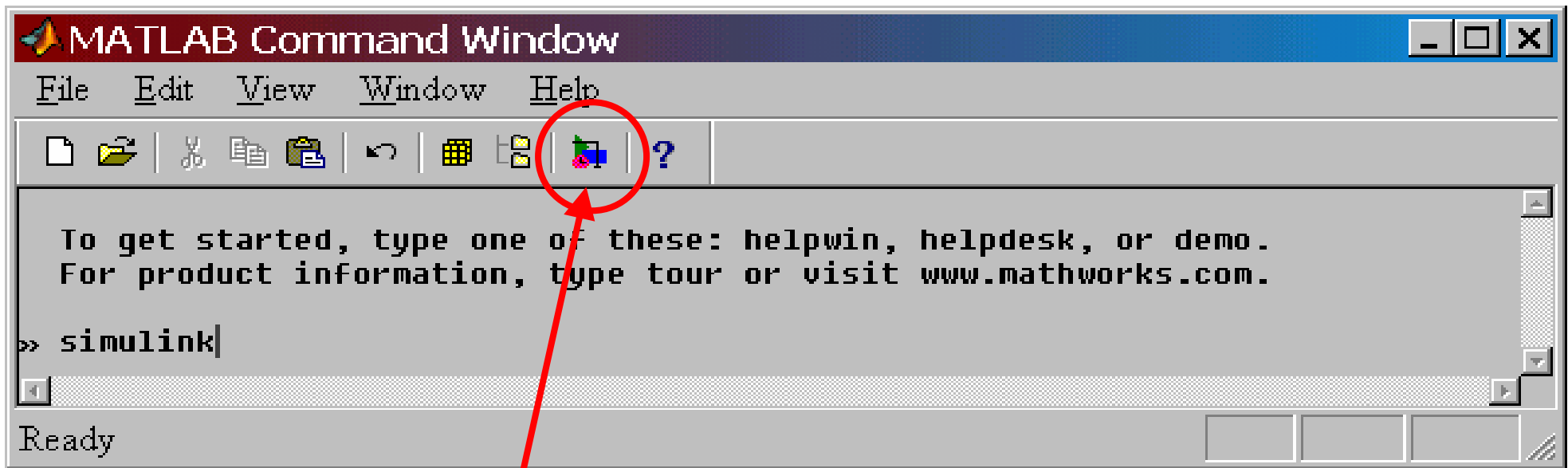


INTRODUZIONE A SIMULINK

ing. vincenzo lippiello

Avviare Simulink

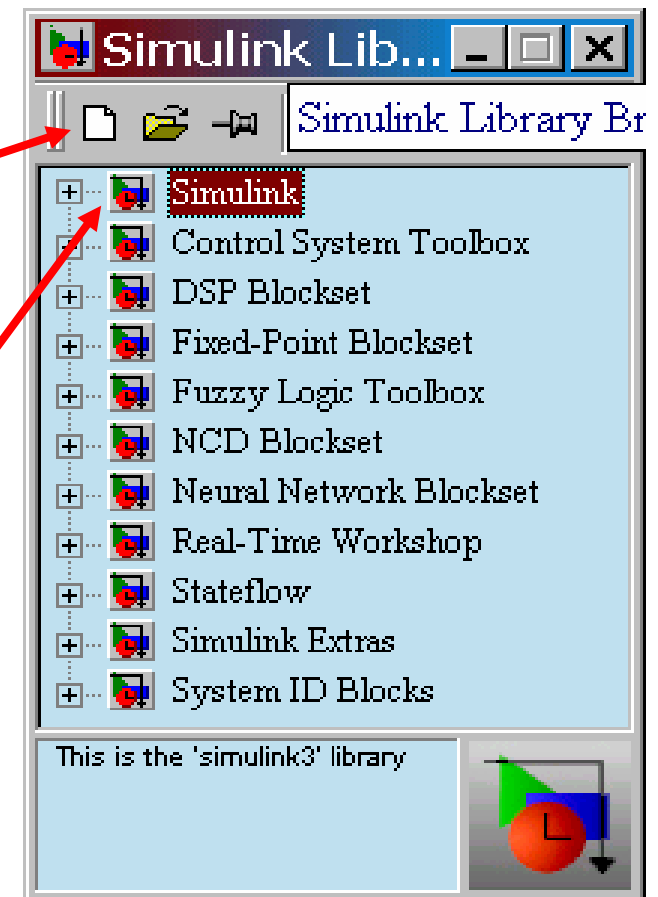
- Nella finestra di comando di MATLAB, nel prompt `>>`, digitare `simulink` e premere `↵` Enter



- Oppure cliccare sull'apposita icona

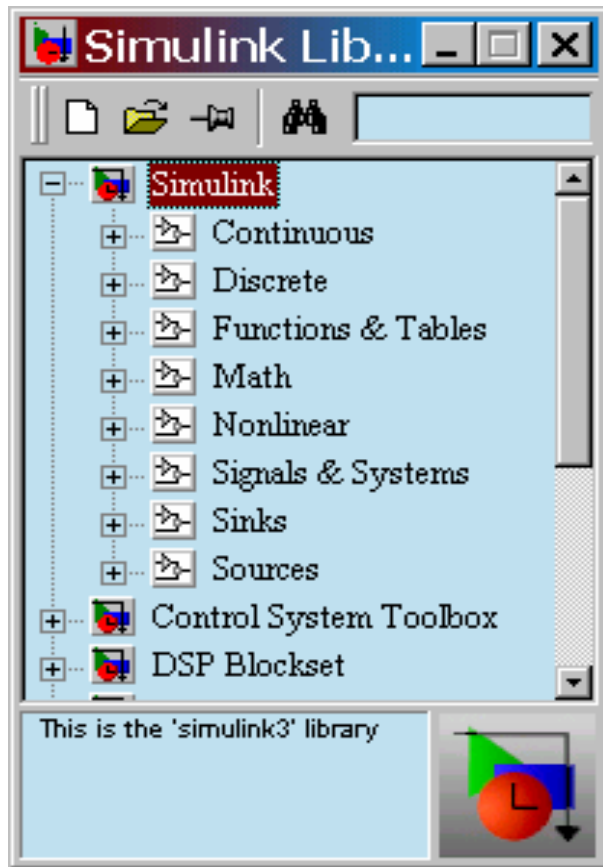
Creare un nuovo modello

- **Cliccare l'icona nuovo modello nell'angolo in alto a sinistra per aprire un nuovo file Simulink**
- **Selezionare l'icona Simulink per ottenere gli elementi del modello**

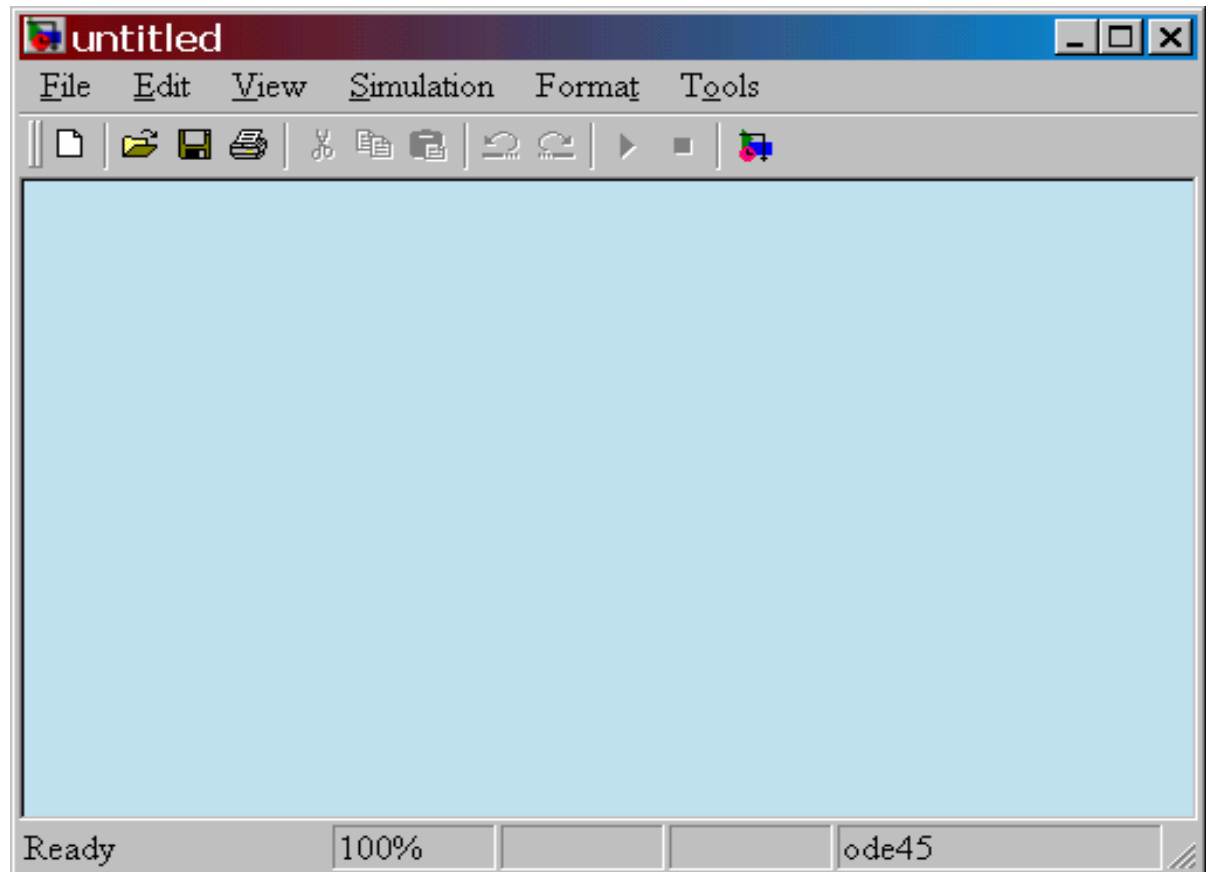


Workspace

Libreria degli elementi



Il modello viene creato in questa finestra



Esempio 1: un semplice modello

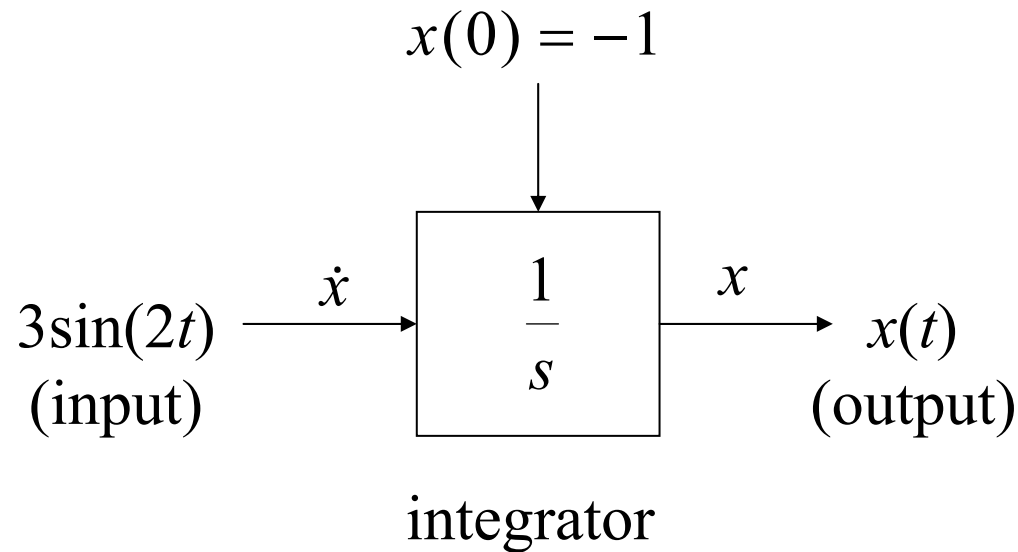
- **Costruire un modello Simulink che risolve l'equazione differenziale**

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

- **Condizioni iniziali $x(0) = -1$.**
- **Si inizia delineando lo schema a blocchi di questo modello matematico**

Schema a blocchi

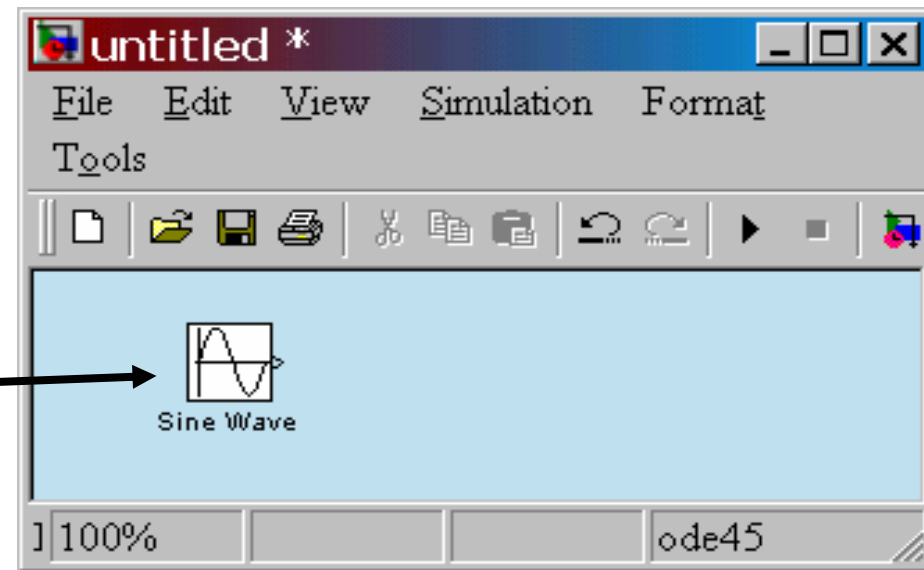
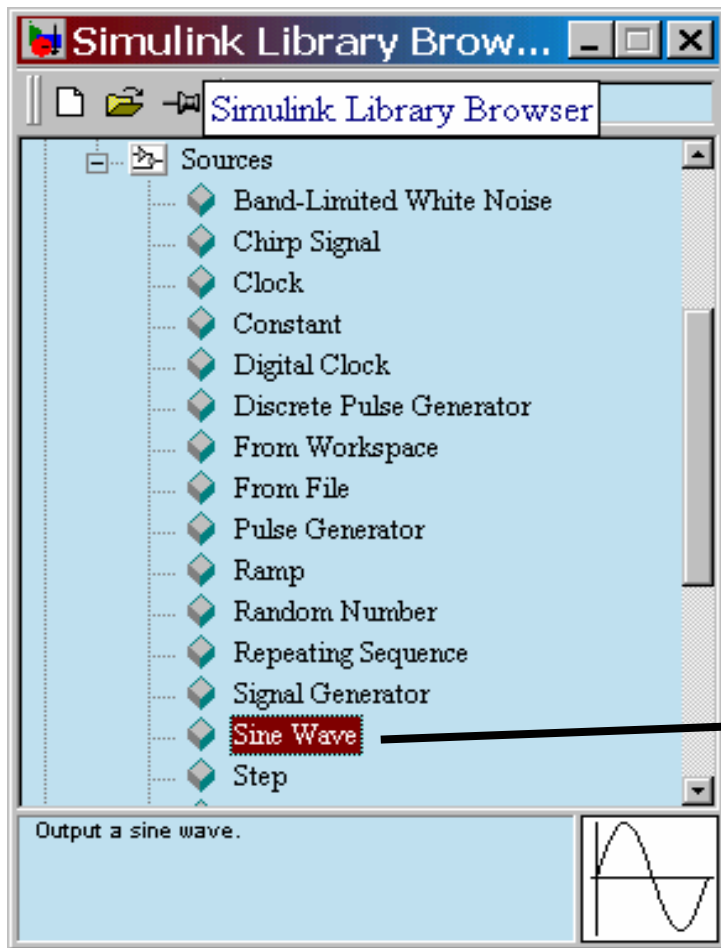
- L'ingresso è la funzione di forzamento: $3\sin(2t)$
- L'uscita è la soluzione dell'equazione differenziale:
 $x(t)$



- Si può iniziare a comporre lo schema Simulink

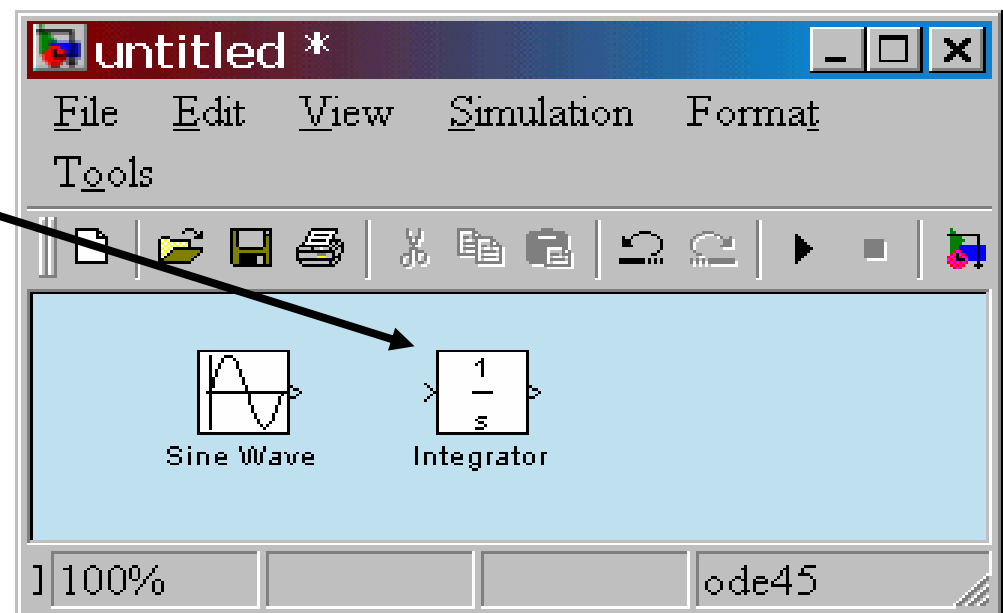
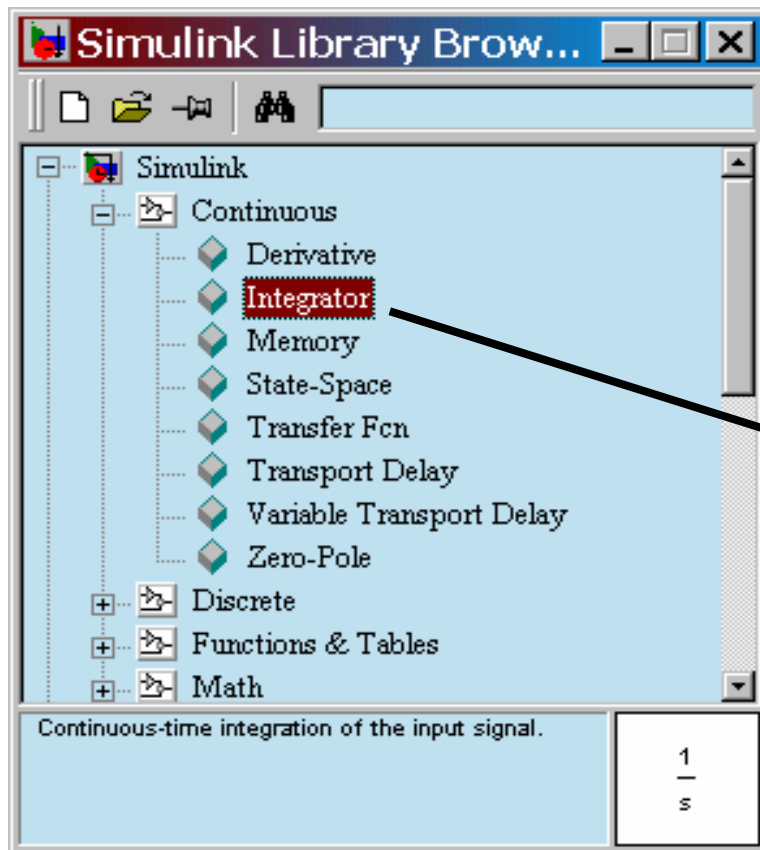
Selezionare il blocco di ingresso

Trascinare il blocco *Sine Wave* dalla libreria *Sources* nella finestra del modello

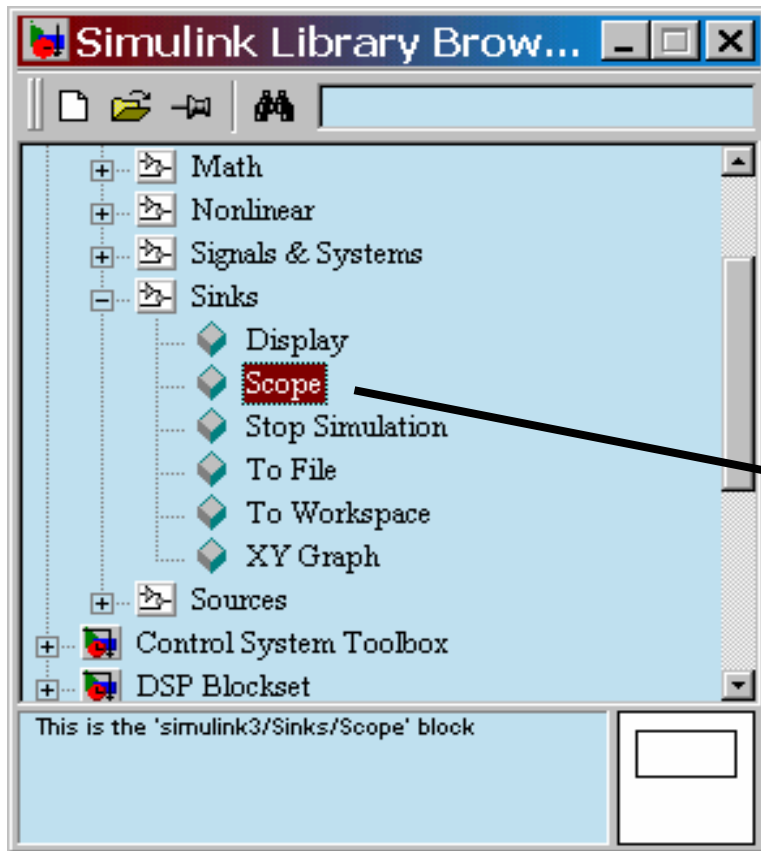


Selezionare il blocco operativo

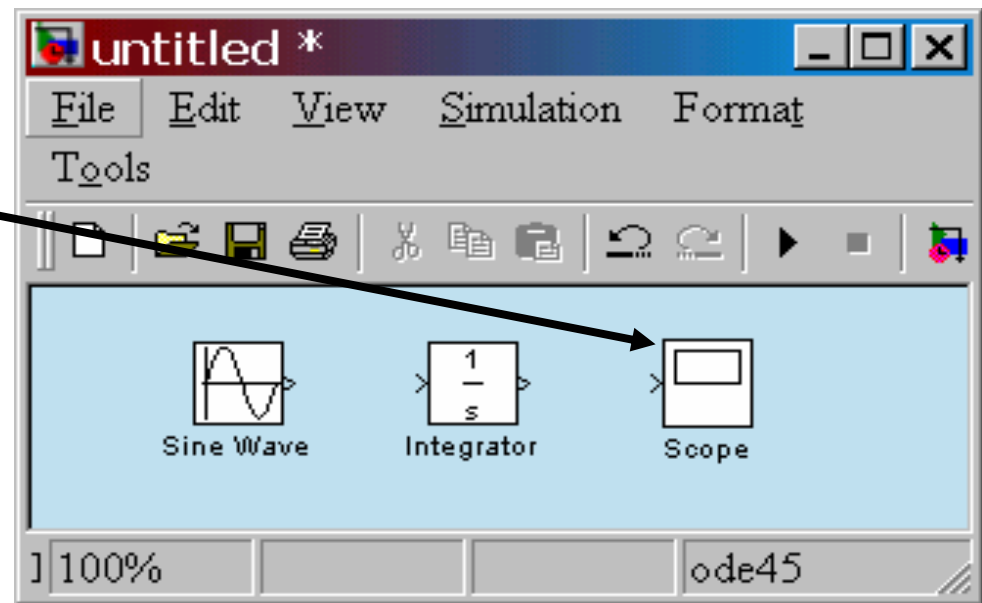
Trascinare il blocco *Integrator* dalla libreria *Continuous* nella finestra del modello



Selezionare il blocco di uscita

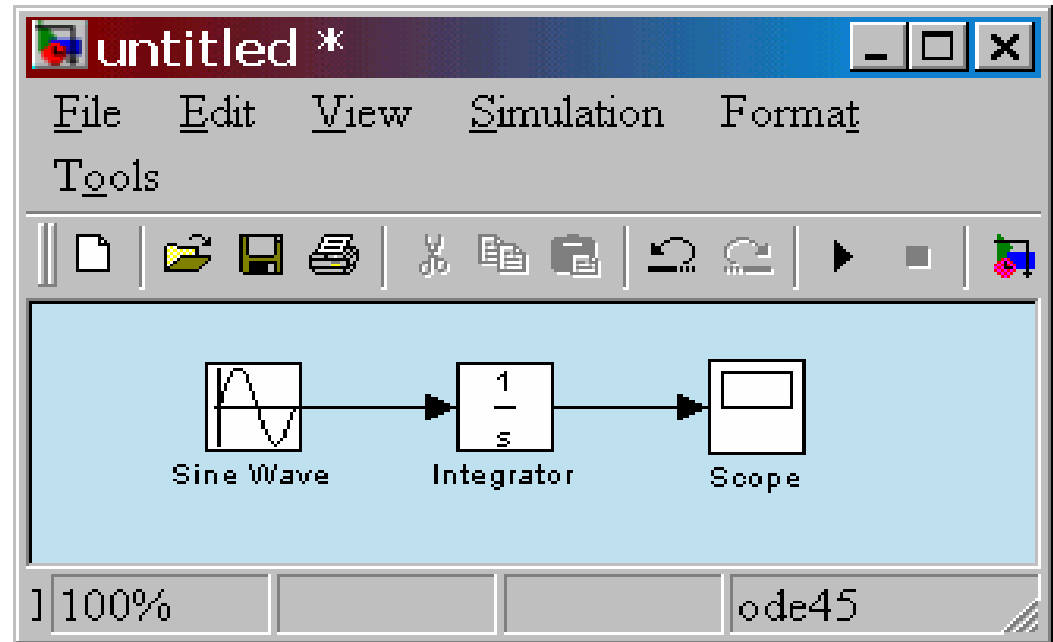


Trascinare il blocco *Scope* dalla libreria *Sinks* nella finestra del modello



Collegare i blocchi con i segnali

- Posizionare il puntatore sulla porta di uscita (>) del blocco *Sine Wave*
- Trascinare l'uscita del blocco *Sine Wave* all'ingresso del blocco *Integrator*
- Trascinare l'uscita del blocco *Integrator* all'ingresso del blocco *Scope*

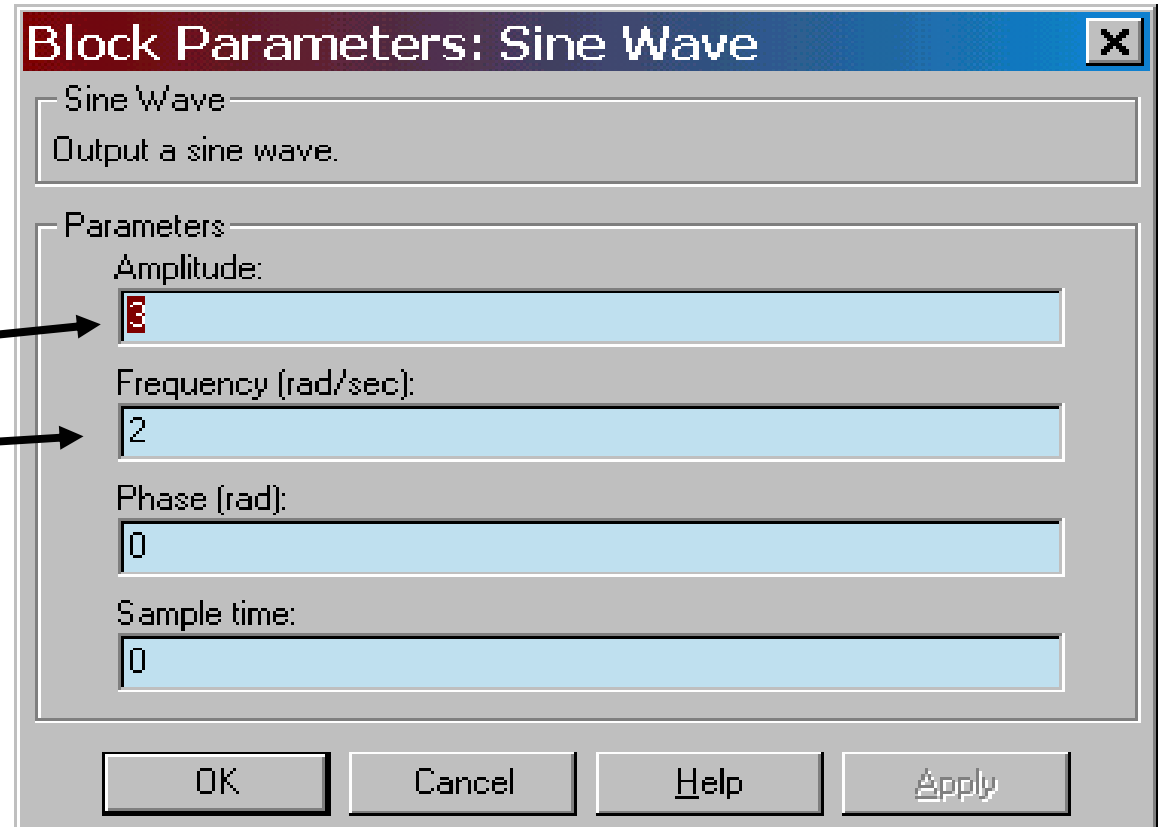


Le frecce indicano la direzione dei flussi dei segnali

Selezionare i parametri di simulazione

Doppio click sul blocco
Sine Wave per settare:
amplitude = 3
frequency = 2

Questo produrrà
l'ingresso desiderato
 $3\sin(2t)$



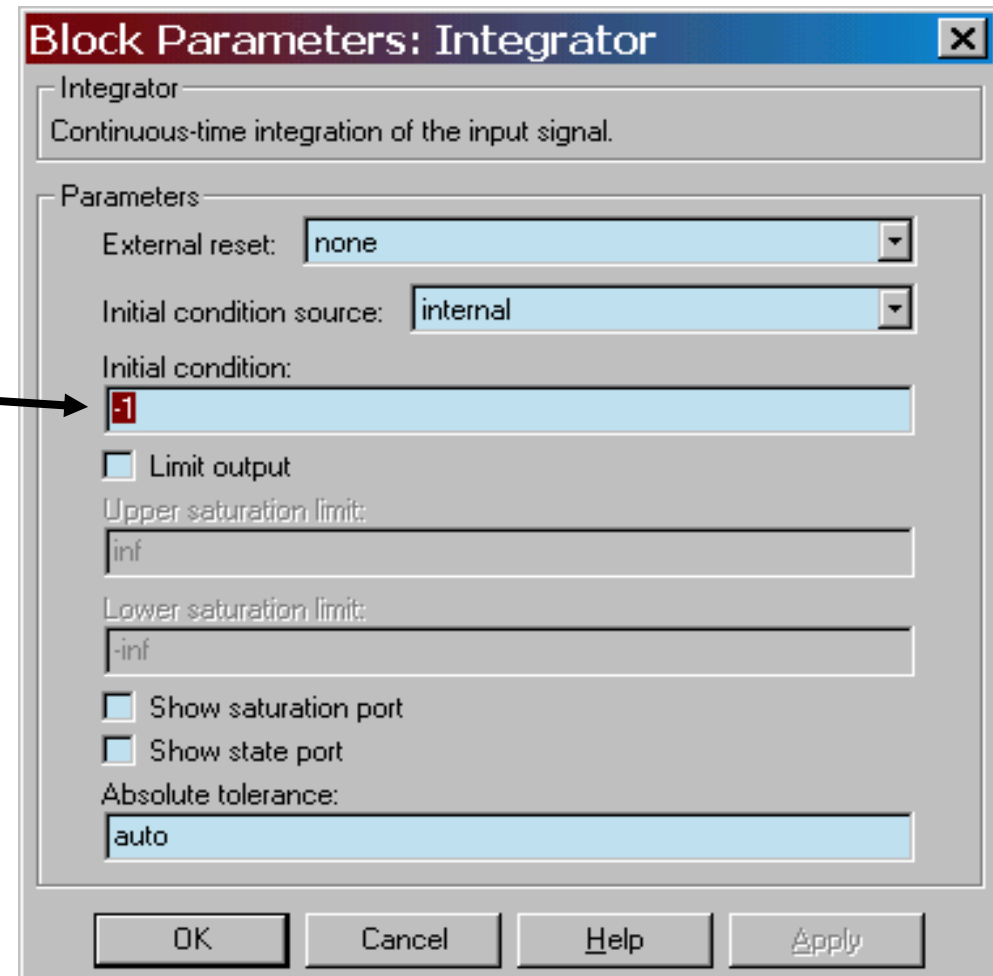
The image shows a MATLAB/Simulink dialog box titled "Block Parameters: Sine Wave". The dialog has a close button (X) in the top right corner. It contains a description "Sine Wave" and "Output a sine wave." Below this is a "Parameters" section with four input fields: "Amplitude:" with the value 3, "Frequency (rad/sec):" with the value 2, "Phase (rad):" with the value 0, and "Sample time:" with the value 0. At the bottom are four buttons: "OK", "Cancel", "Help", and "Apply". Two arrows from the text on the left point to the "Amplitude" and "Frequency" fields.

Parameter	Value
Amplitude	3
Frequency (rad/sec)	2
Phase (rad)	0
Sample time	0

Selezionare i parametri di simulazione²

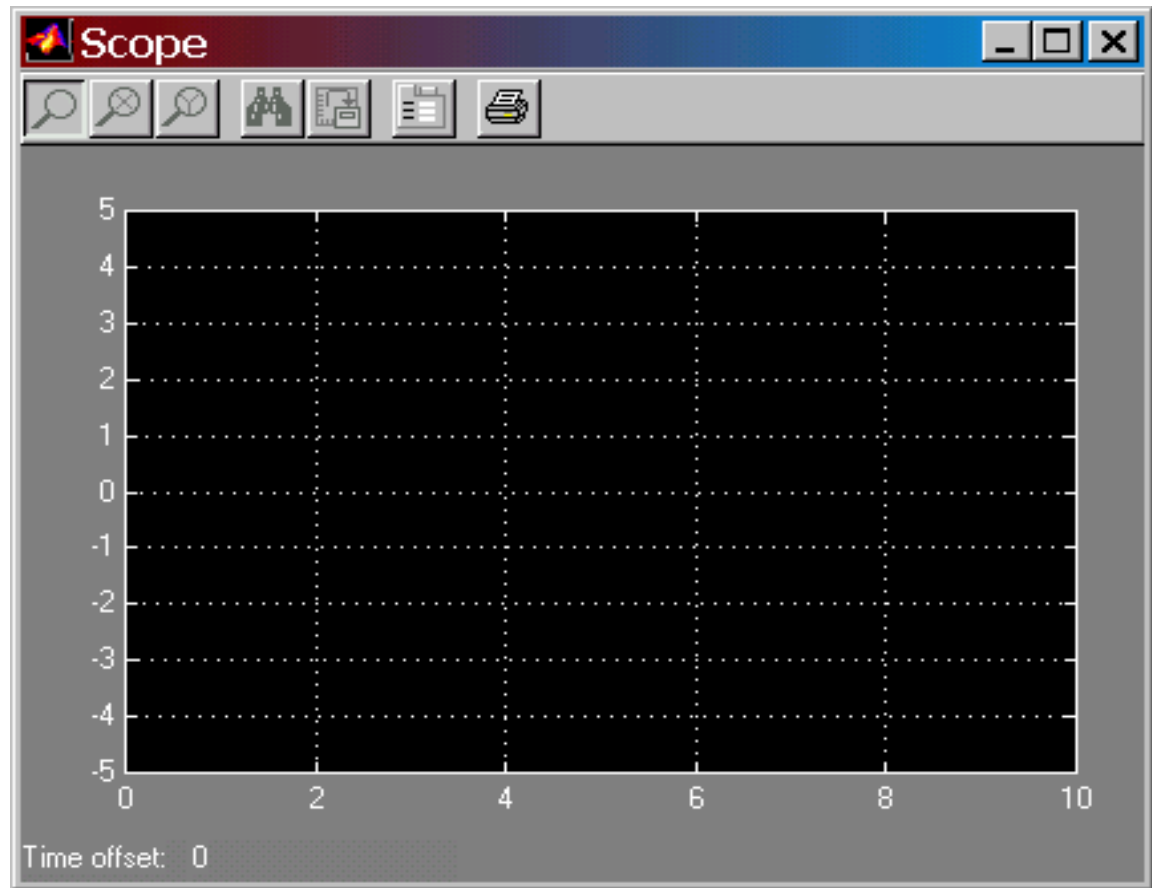
Doppio clic sul blocco
Integrator per settare la
condizione iniziale = -1

Questo setta la IC
 $x(0) = -1$



Selezionare i parametri di simulazione³

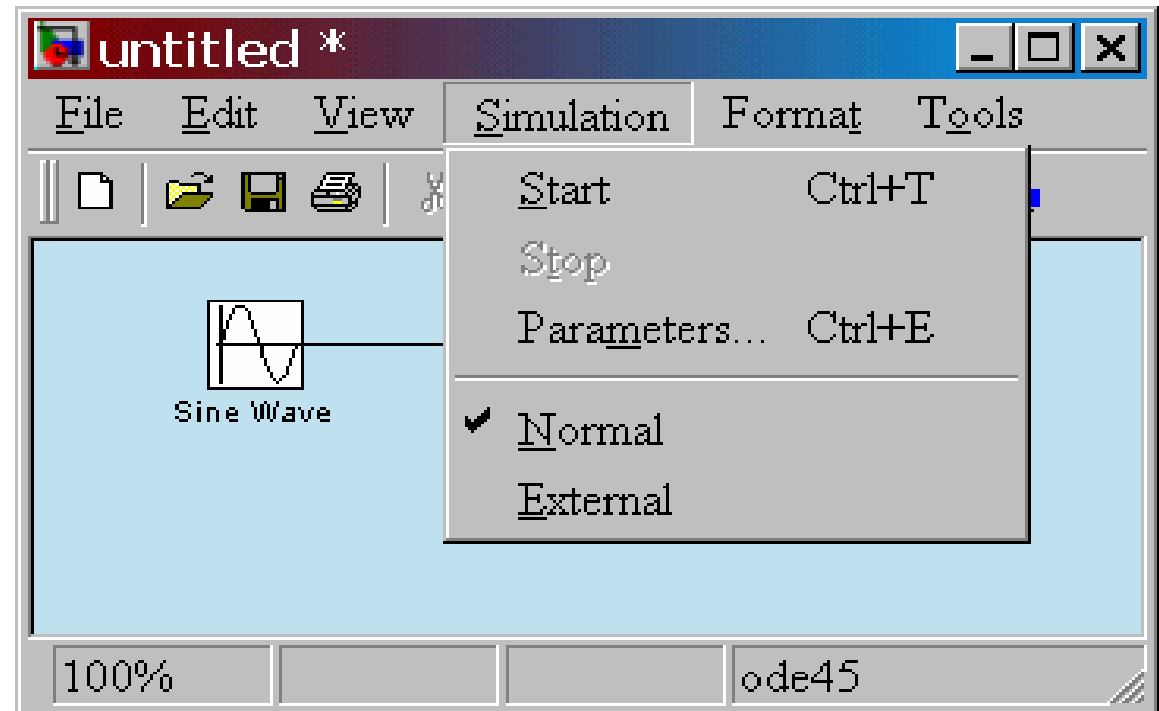
Doppio clic sul blocco
Scope per vedere i
risultati della
simulazione durante
l'elaborazione



Avviare la simulazione

Nella finestra del modello, dal menù a tendina *Simulation*, selezionare *Start ...*

... osservare l'uscita $x(t)$ nella finestra *Scope*



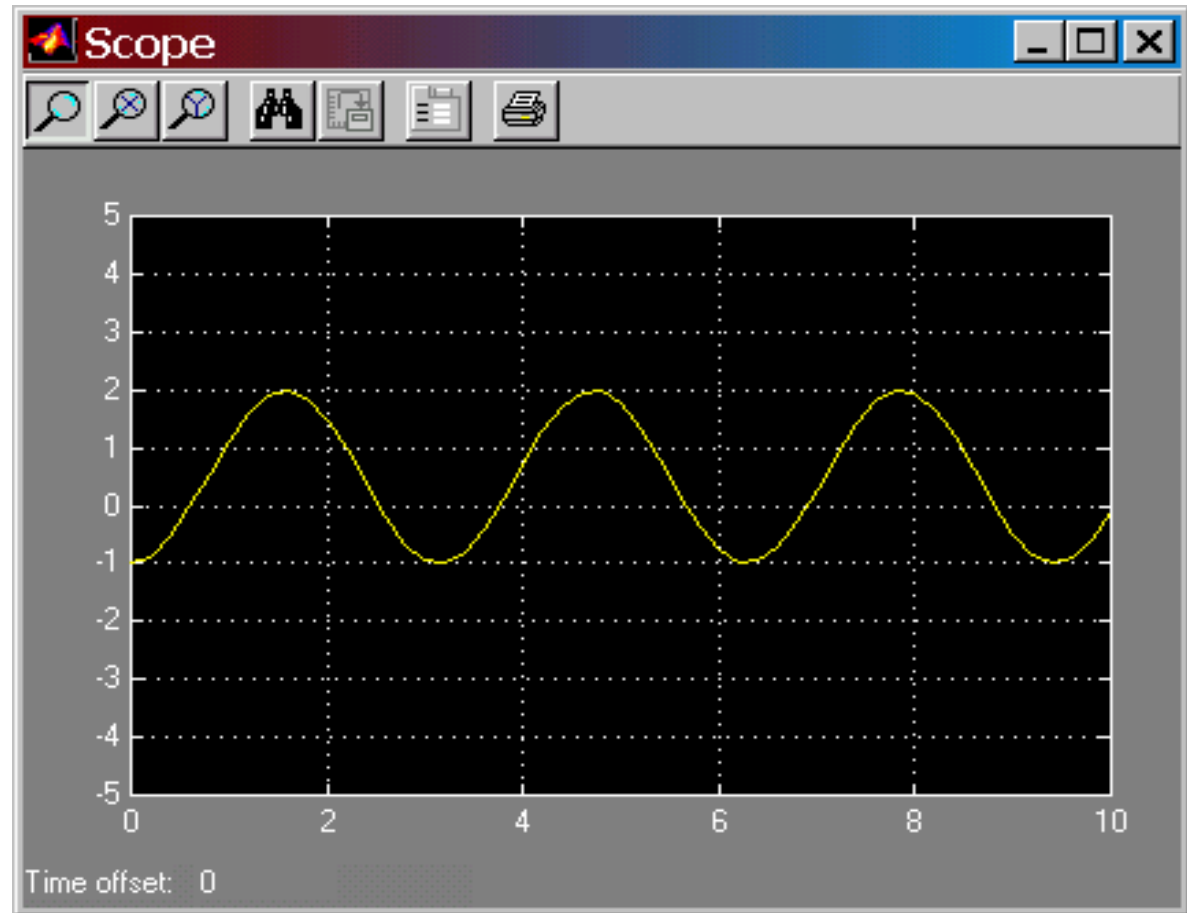
Risultati della simulazione

Per verificare che l'andamento ottenuto rappresenti la soluzione cercata, si risolve l'equazione analiticamente:

Il risultato analitico è

$$x(t) = \frac{1}{2} - \frac{3}{2} \cos(2t)$$

che coincide esattamente con il grafico (il risultato della simulazione)



Esempio 2

- **Costruire un modello Simulink che risolva la seguente equazione differenziale**
 - **Sistema massa-molla-smorzatore (2° ordine)**
 - **IC: zero**
 - **Ingresso $f(t)$: un gradino di ampiezza 3**
 - **Parametri: $m = 0.25$, $c = 0.5$, $k = 1$**

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

Creare lo schema a blocchi del sistema

- Nelle slides seguenti
 - Lo schema a blocchi per risolvere l'ODE viene creato passo dopo passo
 - Dopo ciascun passo, i relativi elementi sono aggiunti al modello Simulink

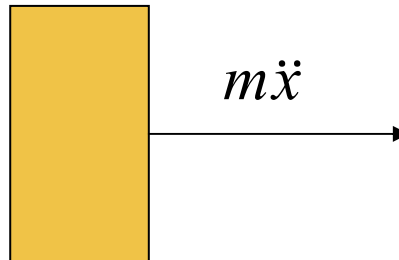
$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t)$$

Creare lo schema a blocchi del sistema²

- Si inizia risolvendo l'equazione rispetto al termine di grado maggiore

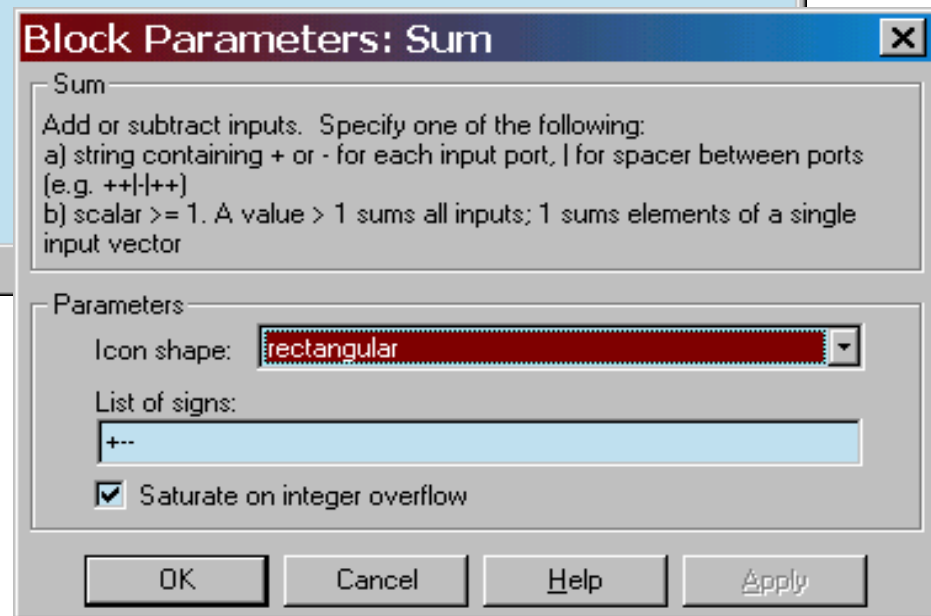
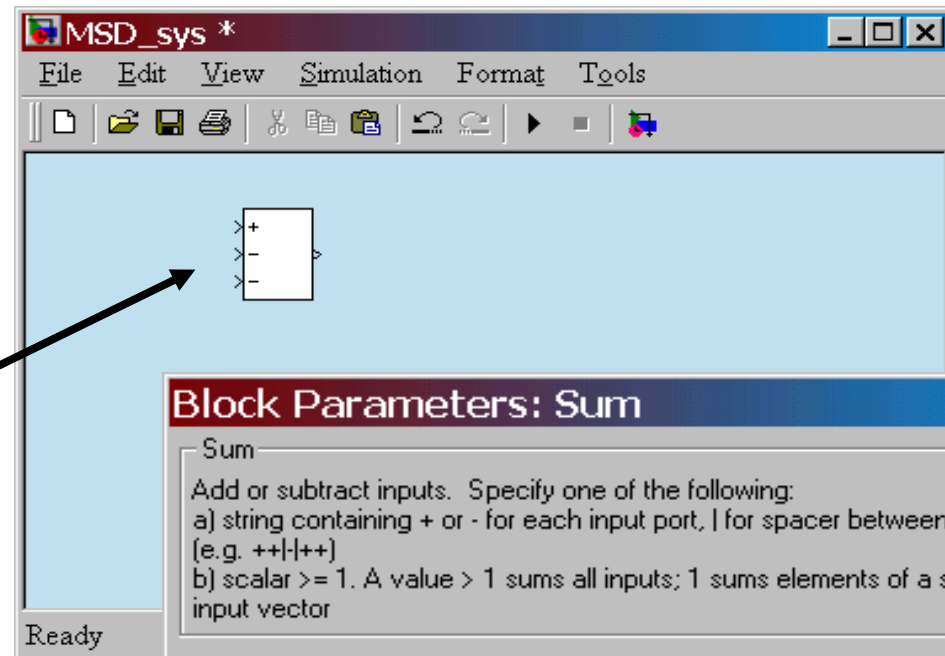
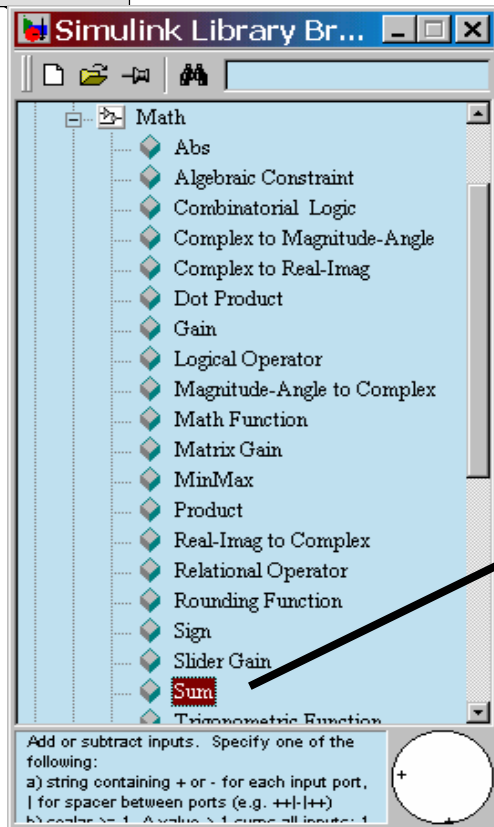
$$m\ddot{x} = f(t) - c\dot{x} - kx$$

- Impostare la parte sinistra di questa equazione come l'uscita di un blocco di somma



Blocco di somma

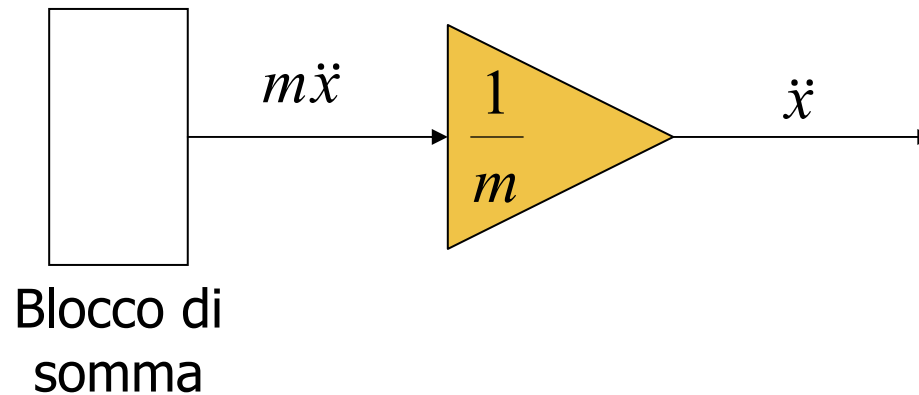
Trascinare il blocco *Sum* dalla libreria *Math*



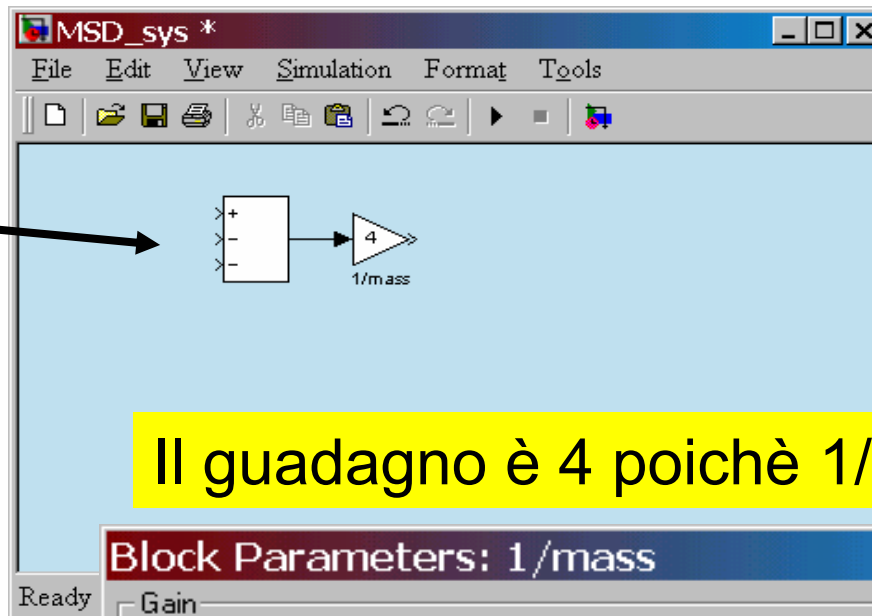
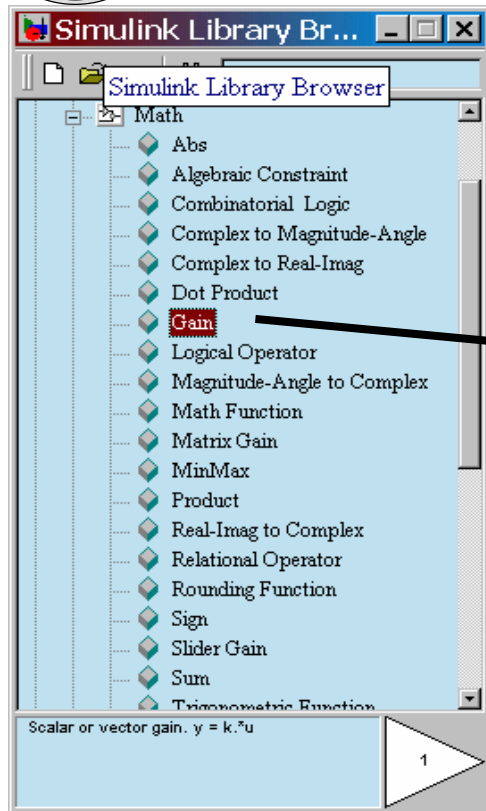
Doppio clic per cambiare i parametri del blocco a *rectangular* e + - -

Creare lo schema a blocchi del sistema³

- Aggiungere un blocco guadagno (moltiplicatore) per eliminare il coefficiente e ottenere la sola derivata di ordine massimo

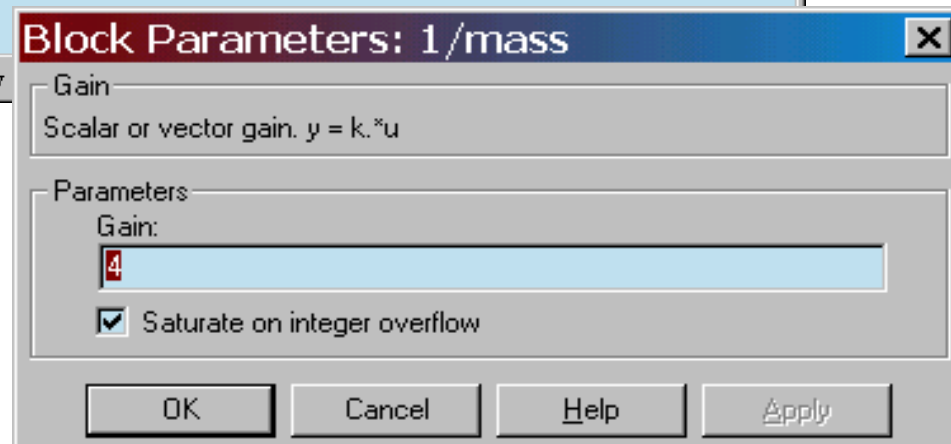


Trascinare il blocco *Gain* dalla libreria *Math*



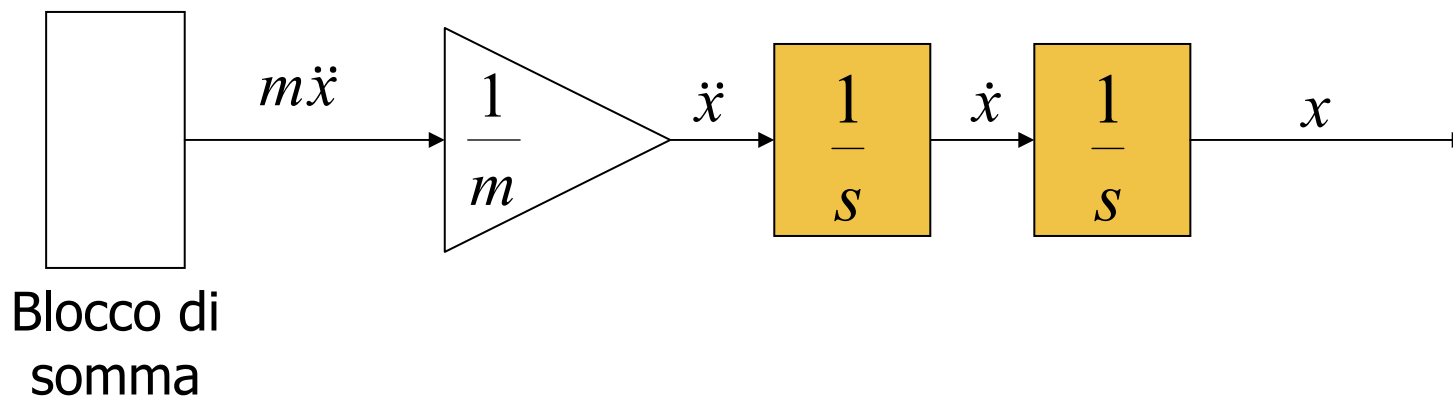
Il guadagno è 4 poichè $1/m=4$

Doppio clic per cambiare i parametri del blocco:
Aggiungere il titolo

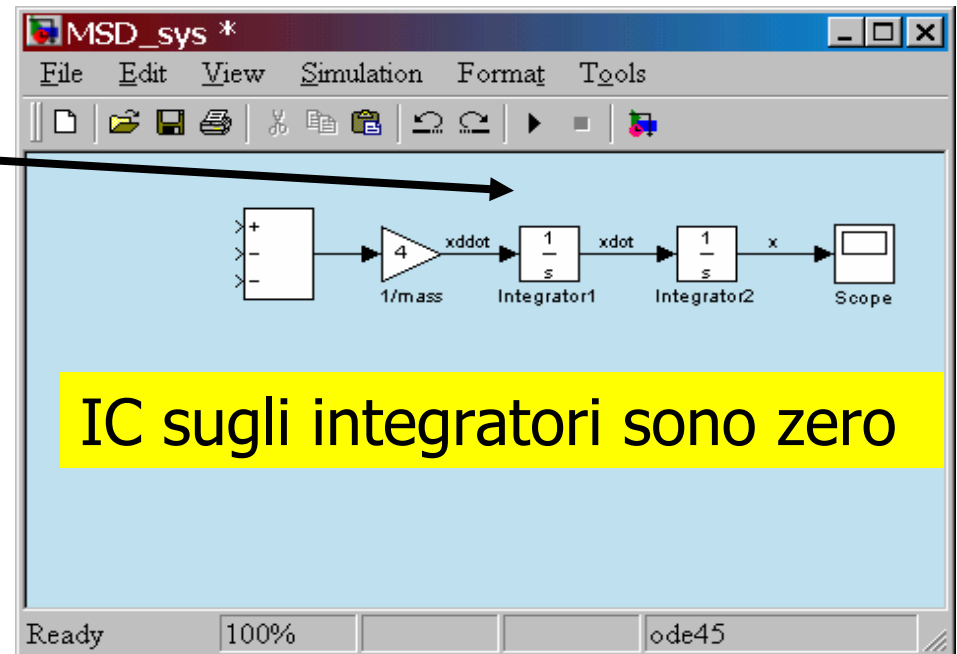
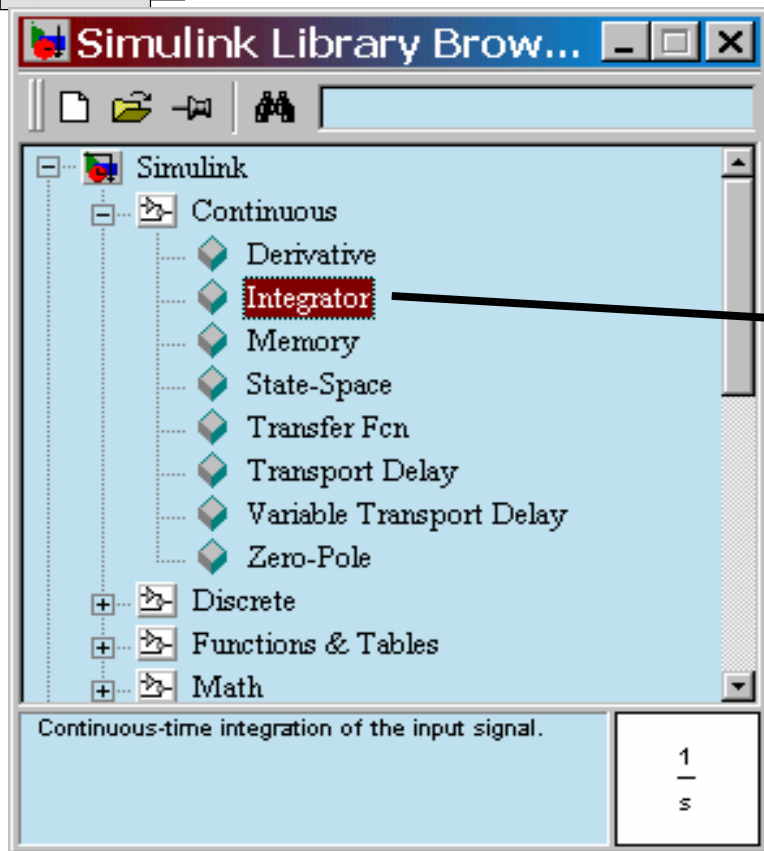


Creare lo schema a blocchi del sistema⁴

- Aggiungere due integratori per ottenere la variabile desiderata



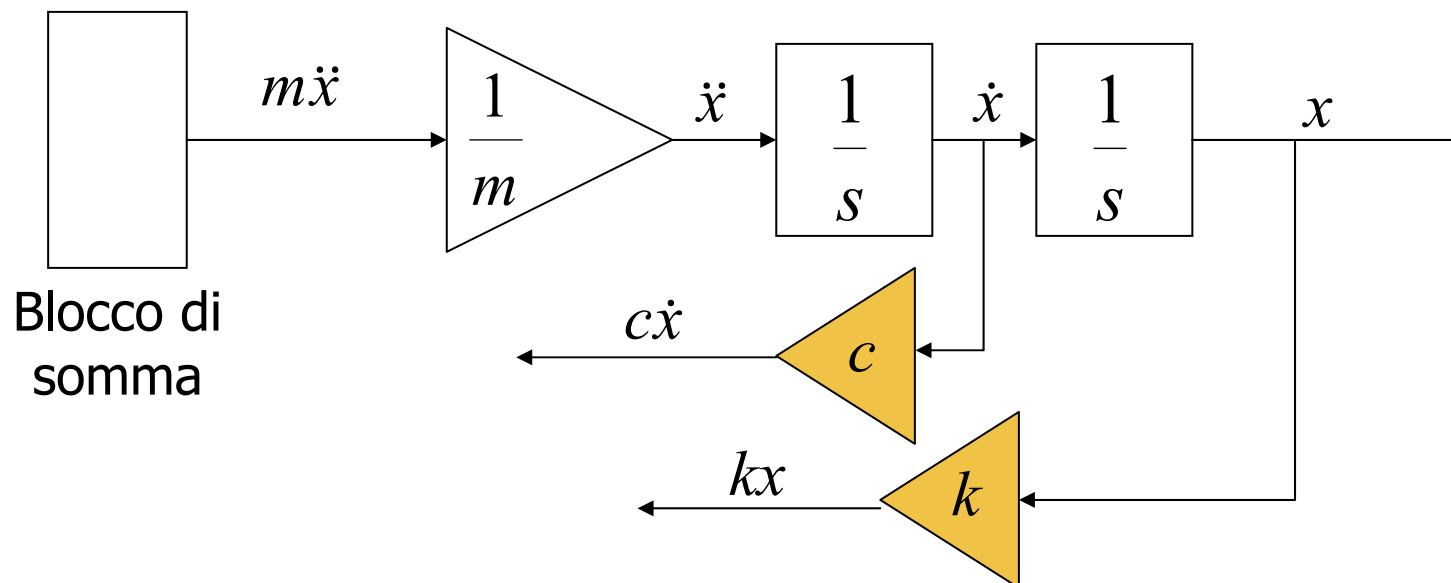
Trascinare 2 blocchi *Integrator* dalla libreria *Continuous*

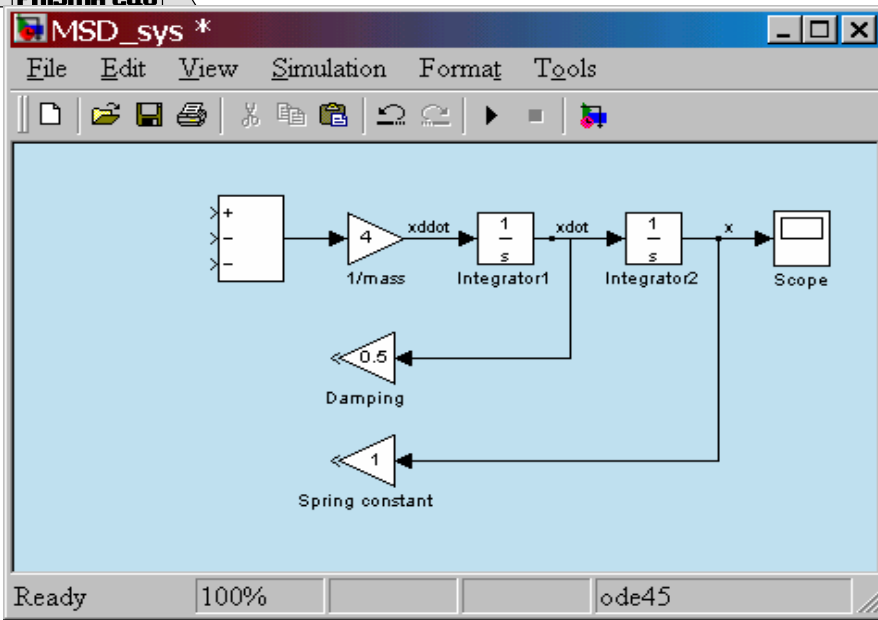


Aggiungere un blocco Scope dalla libreria *Sinks*
 Collegare la porta di uscita alle porte di ingresso
 Etichettare i segnali con un doppio click sulle line di collegamento

Creare lo schema a blocchi del sistema⁵

- Collegare i segnali integrati con dei blocchi Gain per creare i termini della parte destra della EOM

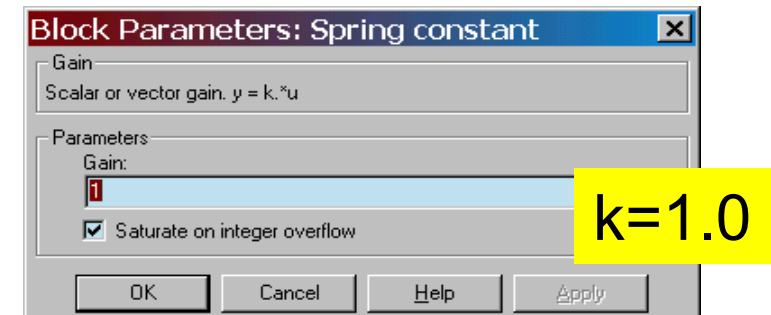
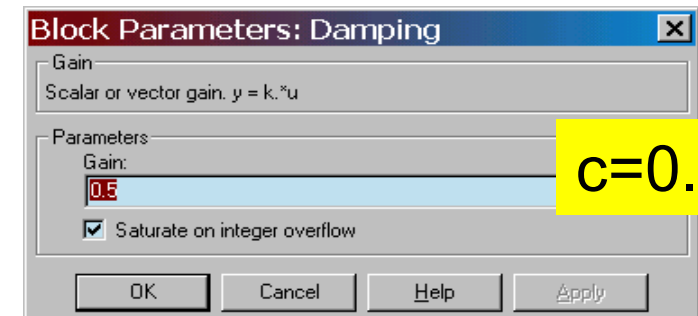




- o Doppio click sui blocchi *Gain* per settare i guadagni
- o Collegare gli ingressi dei blocchi nei punti di collegamento
- o Rinominare i blocchi

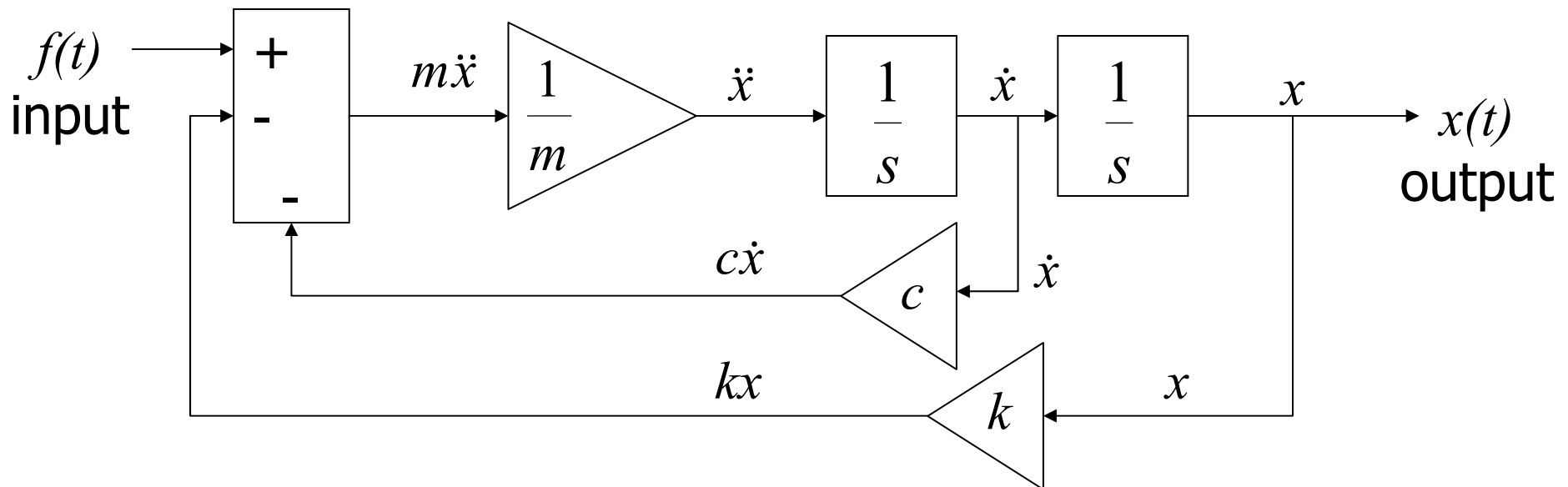
Trascinare 2 blocchi *Gain* dalla libreria *Math*

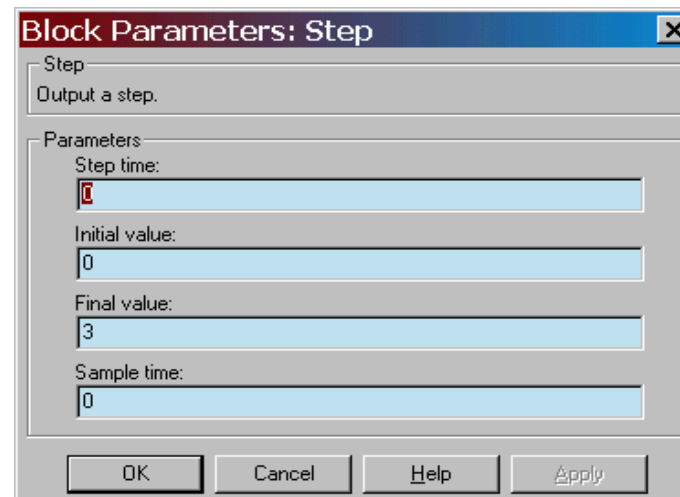
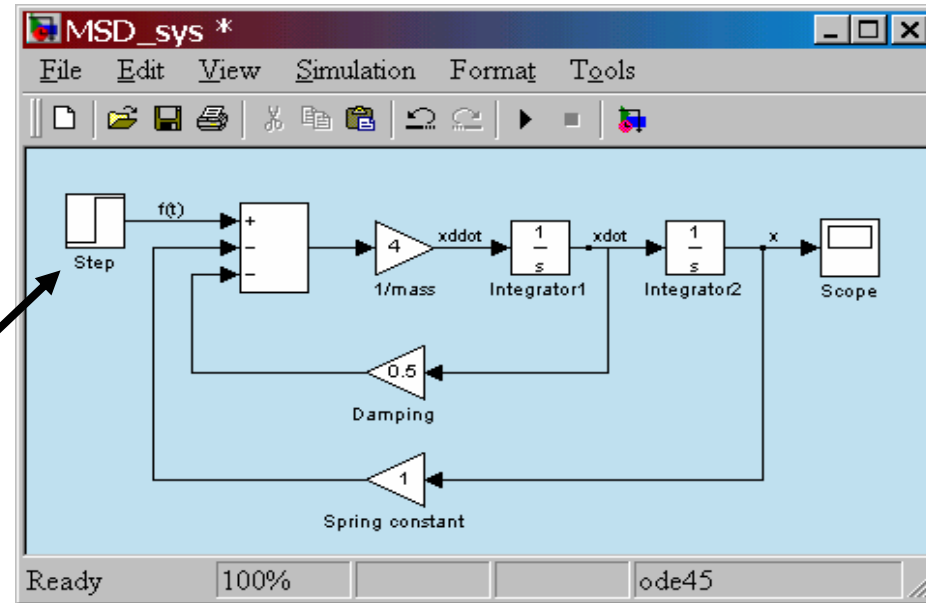
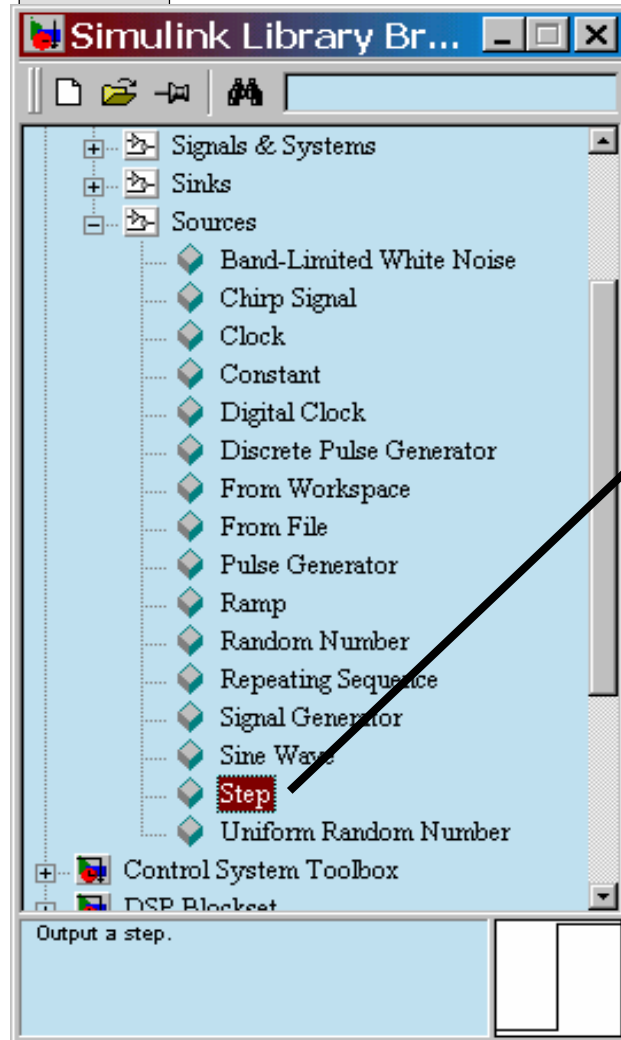
Per ruotare il blocco *Gain*, selezionarlo e scegliere *Flip Block* nel menù a tendine *Format*



Completare il modello

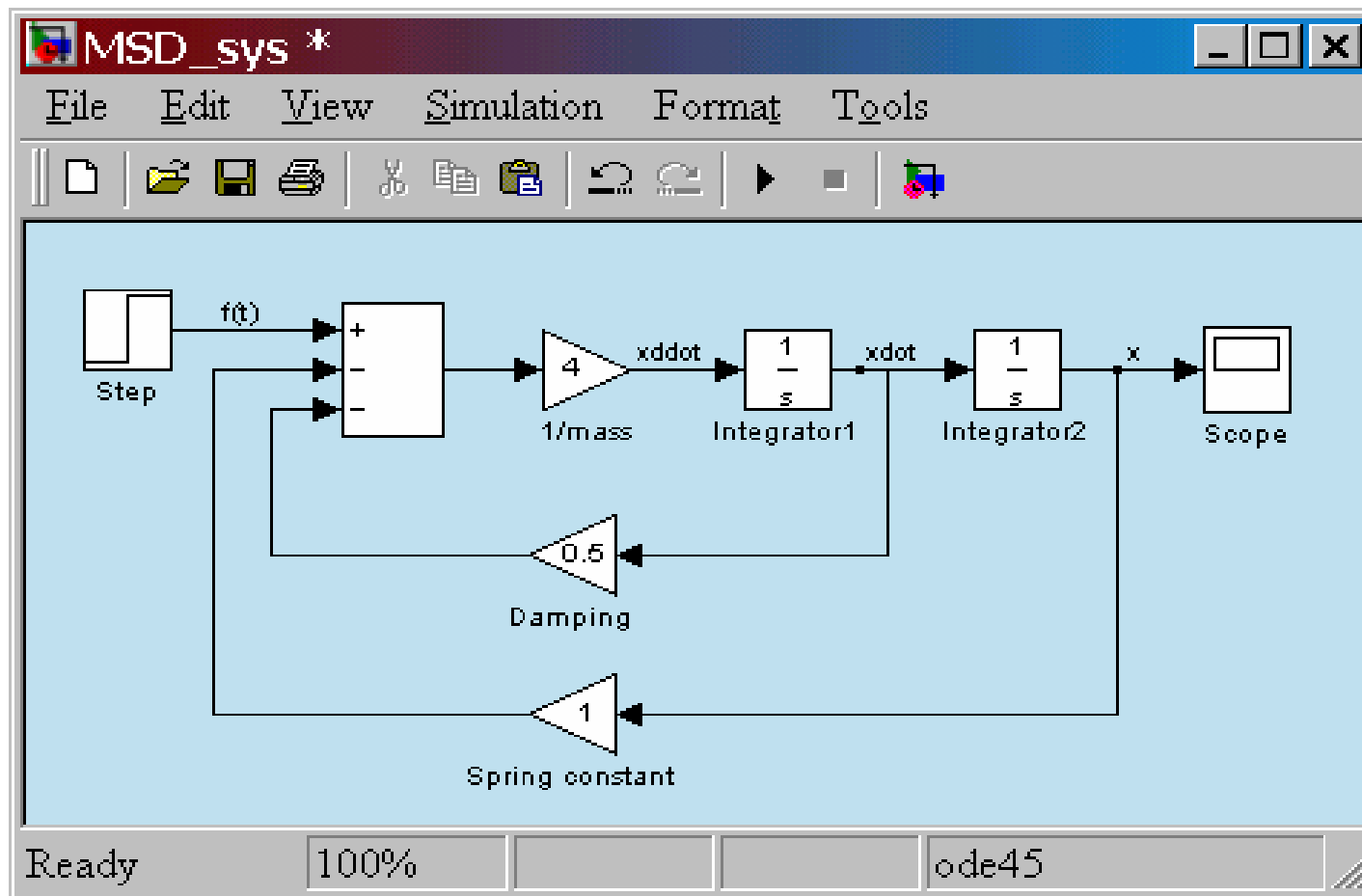
- Portare tutti i segnali in ingresso al blocco di somma
- Verificare i segni del blocco di somma



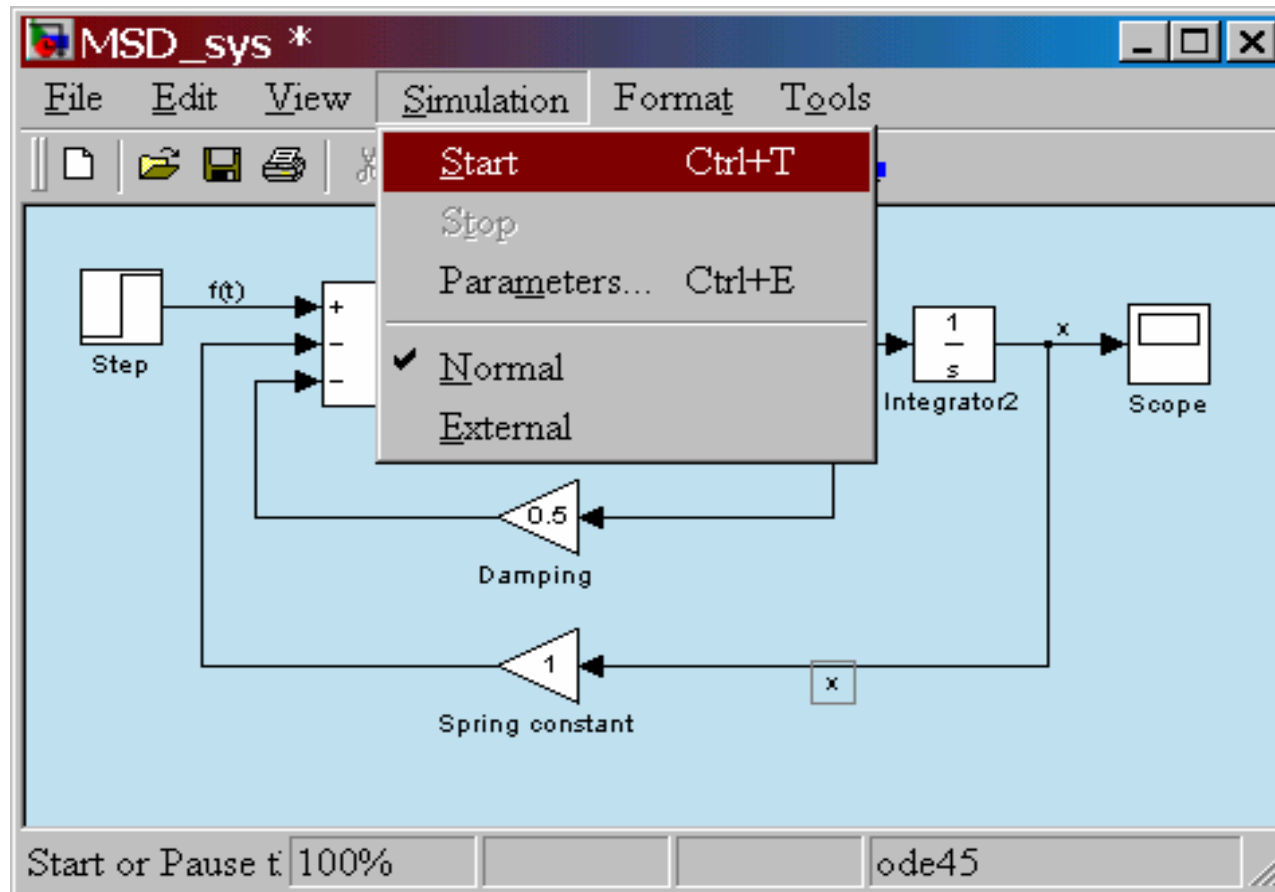


Doppio click sul blocco *Step* per settare i parametri. Per un gradino di ampiezza 3, settare *Final value* a 3

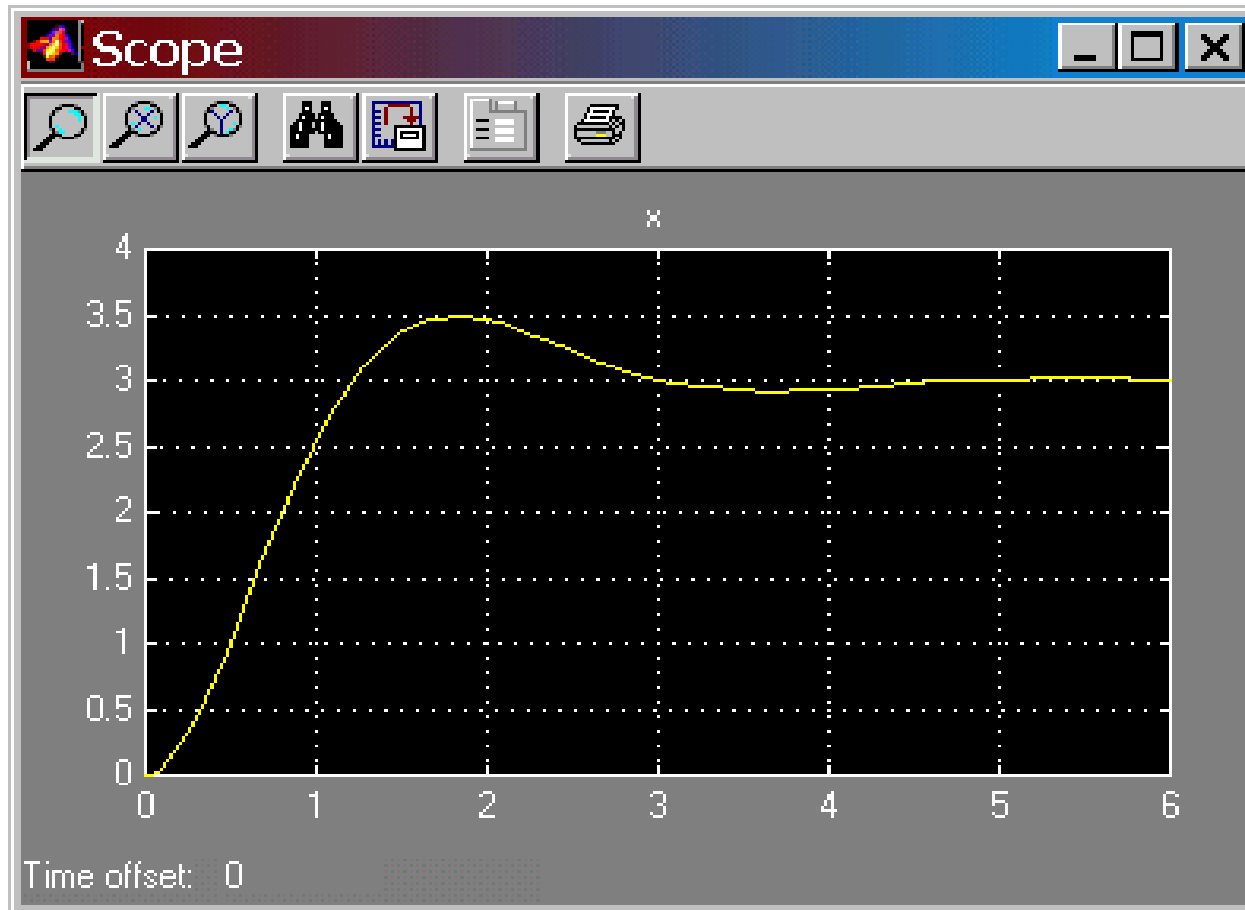
Modello Simulink finale



Avviare la simulazione



Risultati



Risposta smorzata
Sovra-elongazione 0.5
Valore finale 3
È corretto?