



FONDAMENTI DI AUTOMATICA

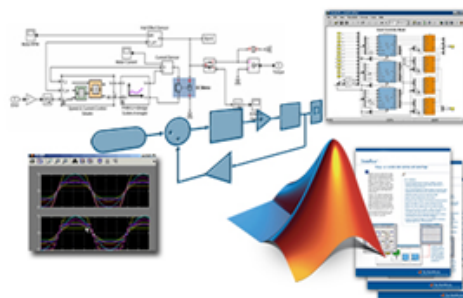
SIMULINK

Introduzione



Introduzione

- **Simulink** è un ambiente grafico a blocchi per la progettazione basata su modello, la simulazione e l'analisi di processi appartenenti a molteplici domini di applicazione.
- E' integrato con MATLAB, permette di incorporare algoritmi MATLAB all'interno di modelli e di esportare i risultati delle simulazioni all'interno di MATLAB per ulteriori analisi.
- Estensioni MATLAB/Simulink
 - *.m* / script e funzioni
 - *.mdl* / modello Simulink
 - *.mat* / variabili
 - *.fig* / figure





Introduzione

- Le sue caratteristiche fondamentali sono:
 - **editor grafico** per costruire e gestire diagrammi a blocchi di natura gerarchica;
 - **librerie predefinite** per la modellazione di sistemi sia a tempo continuo sia a tempo discreto;
 - **motore di simulazione con risolutori per le equazioni differenziali ordinarie** (*Ordinary Differential Equation, ODE*);
 - memorizzazione e **visualizzazione dei risultati della simulazione**;
 - strumenti per la gestione dei dati e del progetto;
 - strumenti per l'analisi dei modelli;
 - blocchi per **l'importazione di codice MATLAB all'interno dei modelli Simulink**;
 - blocchi per **l'importazione di codice C e C++ all'interno dei modelli Simulink**;
 - blocchi per la **progettazione di sistemi dinamici in linea**.



Strumenti per la progettazione, la simulazione e l'analisi

Progettazione

- Con Simulink è possibile modellare sistemi di diversa tipologia mediante un'interfaccia grafica che permette l'accesso a **librerie costituite da blocchi prefediniti** (e.g.: sorgenti, segnali, componenti lineari, componenti nonlineari, connettori, funzioni matematiche, ecc ...).
- Dopo aver selezionato i blocchi di interesse, il progettista ha il compito di **connetterli tra di loro nella maniera desiderata**, in modo da decidere le modalità con cui i dati devono transitare all'interno di ogni blocco.
- Se i blocchi messi a disposizione da Simulink non soddisfano le esigenze del progettista, è possibile impiegare **blocchi personalizzabili all'interno dei quali scrivere il codice desiderato**.
- I **modelli** generati sono **gerarchici**: facendo doppio click su un blocco di livello superiore si accede al blocco (o ai blocchi) di livello inferiore, fino ad arrivare al livello più basso.



Strumenti per la progettazione, la simulazione e l'analisi

Simulazione

- Dopo aver definito il modello è possibile simularlo impiegando **differenti metodi di integrazione** selezionabili sia dai menu in Simulink sia mediante comando in linea MATLAB:
 - la simulazione gestita mediante menu è comoda per un approccio interattivo;
 - la simulazione mediante comandi in linea MATLAB è adatta ad un approccio di tipo *batch* (e.g. Monte Carlo).
- Mediante il blocco *Scope* è possibile visualizzare i risultati di una simulazione in tempo reale.
- I risultati della simulazione possono essere sempre salvati, comunque, nello spazio di lavoro MATLAB per un'analisi successiva.



Strumenti per la progettazione, la simulazione e l'analisi

Analisi

- Gli strumenti per l'analisi includono la linearizzazione, il trimming e molti altri.
- L'integrazione tra Simulink e MATLAB, inoltre, permette di simulare, analizzare e revisionare i modelli in ogni loro componente e ad ogni istante di simulazione.

Integrazione con MATLAB

- Simulink è fortemente integrato con l'ambiente MATLAB e richiede MATLAB per funzionare, in quanto dipende da esso per la definizione e il calcolo dei parametri di blocchi e modelli.
- Questo permette di sfruttare in Simulink molte delle funzionalità di MATLAB, ad esempio
 - definire gli ingressi del modello;
 - conservare le uscite del modello per una loro visualizzazione o analisi;
 - chiamare le funzioni o gli operatori di MATLAB all'interno di un blocco Simulink.



Aprire SIMULINK

- E' necessario aver avviato MATLAB prima di poter aprire il *Simulink Library Browser* (gestore librerie Simulink)
- Per accedere al browser ci sono due possibilità:
 - digitare il comando `simulink` all'interno della command window di MATLAB
 - cliccare sul bottone *Simulink Library* (libreria Simulink) all'interno di MATLAB:



[SIMULINK]
Consente di aprire
la libreria
SIMULINK

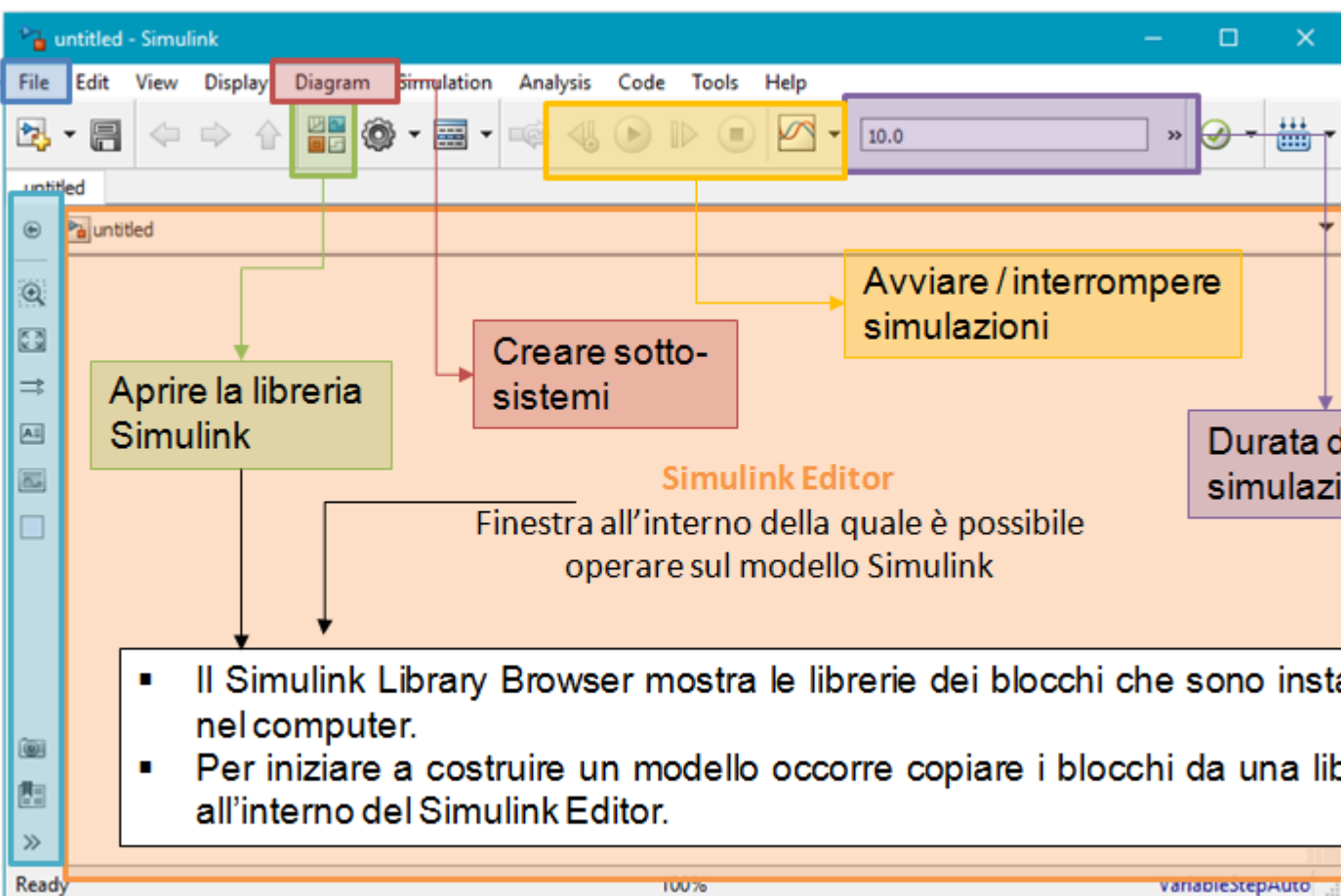


Interfaccia grafica

The screenshot shows the Simulink Library Browser window. The left pane displays a hierarchical tree of Simulink blocks, categorized by application area (e.g., Aerospace, Communications, Control System). The right pane shows a grid of block icons, each with a brief description (e.g., Commonly Used Blocks, Continuous, Discrete). Annotations with arrows point to specific features:

- Cercare blocchi in base al nome**: Points to the search bar at the top of the library browser.
- Cercare blocchi in base al campo di applicazione**: Points to the left pane showing the hierarchical tree of blocks.
- Creare un nuovo modello
Aprire cercare un modello già salvato**: Points to the top toolbar area, specifically the 'New' and 'Open' icons.
- Blocchi / Classificazione**: Points to the right pane showing the grid of block icons.

Interfaccia grafica



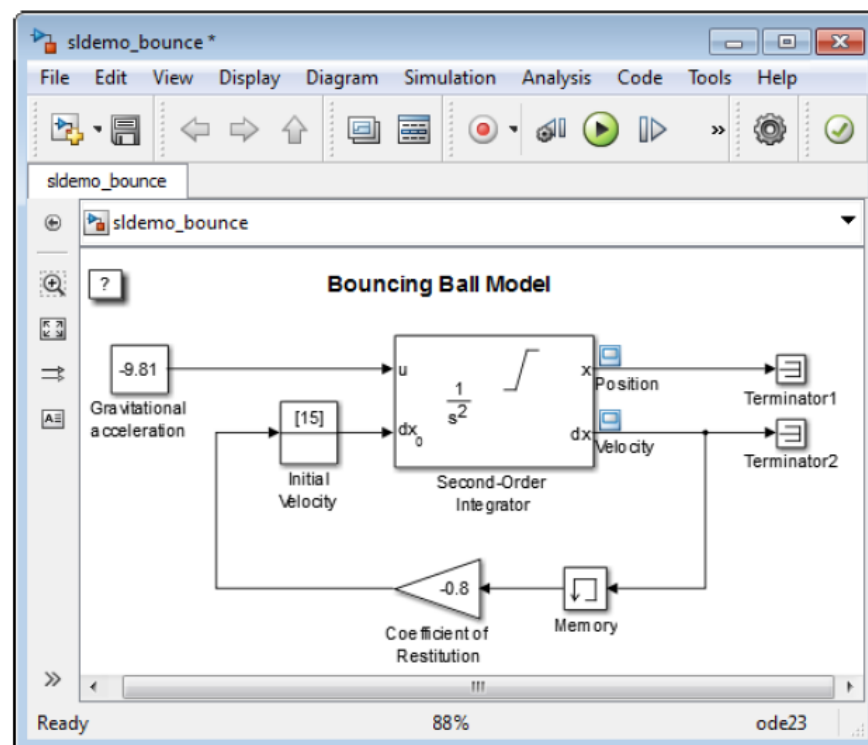
The image shows the Simulink Editor window with various components highlighted and labeled:

- Salvare, aprire, creare, importare modelli**: Points to the File menu.
- Aprire la libreria Simulink**: Points to the Library Browser icon in the left toolbar.
- Creare sotto-sistemi**: Points to the Subsystem block icon in the top toolbar.
- Avviare / interrompere simulazioni**: Points to the Run and Stop buttons in the top toolbar.
- Durata delle simulazioni**: Points to the simulation time input field (10.0) in the top toolbar.
- Simulink Editor**: A label for the main workspace area.
- Finestra all'interno della quale è possibile operare sul modello Simulink**: Points to the main workspace area.

Il Simulink Library Browser mostra le librerie dei blocchi che sono installate nel computer.
Per iniziare a costruire un modello occorre copiare i blocchi da una libreria all'interno del Simulink Editor.


Aprire un modello esistente

- Selezionare **File > Open** dal Simulink Library Browser e, nella finestra che segue, selezionare il modello desiderato. Il modello selezionato viene aperto all'interno del Simulink Editor (e.g. "Bouncing Ball Model").
- In alternativa è possibile impostare la directory corrente su quella che contiene il modello di interesse, e digitare poi il nome del modello nella finestra di comando MATLAB per aprirlo.





Interfaccia utente: il browser

Compito	Azione da eseguire nel Library Browser
Visualizzare i blocchi in una libreria	Selezionare il nome della libreria nel pannello sinistro, oppure cliccare sull'icona della libreria nel pannello destro. 
Cercare un blocco specifico	Digitare il nome del blocco nel campo di ricerca e cliccare sull'icona di ricerca
Ottenere informazioni di riepilogo di un blocco	Selezionare View > Show Block Descriptions e poi selezionare il blocco corrispondente.
Ottenere informazioni dettagliate di un blocco	Selezionare il blocco e poi Help > Help for the Selected Block . L' <i>Help browser</i> si apre sulla pagina di riferimento per il blocco selezionato.
Visualizzare i parametri di un blocco	Tasto destro su un blocco, poi selezionare Block parameters .
Copia un blocco dal Library Browser su di un modello	Tasto sinistro, poi trascinare il blocco dal Library Browser al Simulink Editor.



Interfaccia utente: librerie dei blocchi standard

Libreria	Descrizione
Commonly Used Blocks	Blocchi di uso più frequente, quali Constant , In1 , Out1 , Scope e Sum . Ognuno dei blocchi contenuti in questa libreria fa anche parte di una libreria specifica.
Continuous	Per modelli a tempo continuo (e.g. blocchi Derivative e Integrator).
Discontinuities	Per la creazione di uscite che sono funzioni discontinue degli ingressi, quali ad esempio la saturazione (e.g. blocco Saturation).
Discrete	Per modelli a tempo discreto (e.g. blocco Unit Delay).
Logic and Bit Operations	Per le funzioni logiche o su bit (e.g. blocchi Logical Operator e Relational Operator).
Lookup Tables	Permettono di determinare le uscite a partire dai valori di ingresso e da relazioni tabellari.
Math Operations	Funzioni matematiche standard (e.g. blocchi Gain , Product e Sum).
Model Verification	Crea modelli auto validanti (e.g. blocco Check Input Resolution).



Interfaccia utente: librerie dei blocchi standard

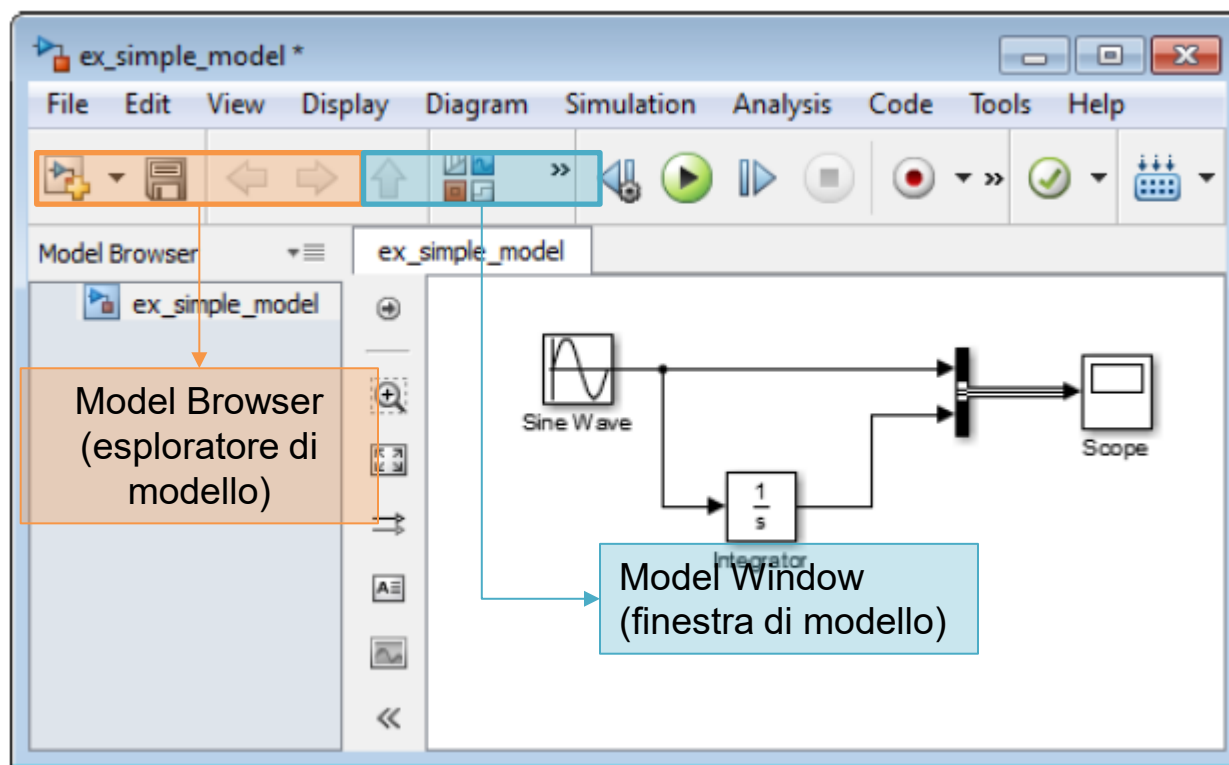
Libreria	Descrizione
Model-Wide Utilities	Blocchi per fornire informazioni sul modello (e.g. blocco Model Info).
Ports & Subsystems	Per la creazione di sottosistemi e la connessione di ingressi e uscite (e.g. blocchi In1 , Out1 , Subsystem).
Signal Attributes	Per la modifica degli attributi dei segnali (e.g. blocco Data Type Conversion).
Signal Routing	Per la connessione tra blocchi e l'instradamento dei segnali (e.g. blocchi Mux e Switch).
Sinks	Visualizzazione o esportazione delle uscite (e.g. blocchi Out1 e Scope).
Sources	Generazione o importazione degli ingressi di sistema (e.g. blocchi Constant , In1 e Sine Wave).
User-Defined Function	Per la definizione di blocchi personalizzati (e.g. blocco MATLAB Function).
Additional Math & Discrete	Librerie aggiuntive per le funzioni matematiche e di elaborazione a tempo discreto.



Interfaccia utente: Simulink Editor

- Il Simulink Editor contiene il diagramma a blocchi del modello, costruito trascinando i blocchi dal Simulink Library Browser.
- Il modello si costruisce quindi posizionando i blocchi all'interno del Simulink Editor, connettendoli logicamente tra loro con le linee di segnale e impostando i parametri di simulazione per ciascuno dei blocchi.
- Il Simulink Editor può essere impiegato anche per:
 - impostare i parametri di configurazione del modello, incluso l'istante di inizio e fine simulazione, tipo di solver da impiegare, importazione/esportazione;
 - avviare e interrompere la simulazione;
 - salvare il modello;
 - stampare il diagramma a blocchi.

Interfaccia utente: Simulink Editor



Documentazione ed esempi

- Simulink fornisce un'ampia **documentazione** che descrive in modo dettagliato le caratteristiche, i blocchi e le funzioni proprie del programma.
- L'accesso a tale documentazione può avvenire:
 - dal Simulink Library Browser, selezionando **Help > Simulink Help**;
 - dal Simulink Editor, selezionando **Help > Simulink > Simulink Help**;
 - cliccando con il tasto destro su un blocco Simulink e selezionando **Help**;
 - dal *Model Configuration Parameters* o dal *Block Parameters Dialog*, cliccando sull'etichetta relativa ad un parametro e selezionando **What's This?**
- Simulink fornisce una **varietà di esempi** che illustrano i concetti chiave della modellazione e delle funzionalità del programma. E' possibile accedere a tali esempi:
 - dal Simulink Editor, selezionando **Help > Simulink > Examples**;
 - dalla documentazione, cliccando **Examples** nella parte superiore della pagina.





FONDAMENTI DI AUTOMATICA

SIMULINK

Approfondimento



Approfondimento

- Consultare la documentazione relativa ai blocchi presenti all'interno della libreria "Simulink – Commonly Used Blocks".



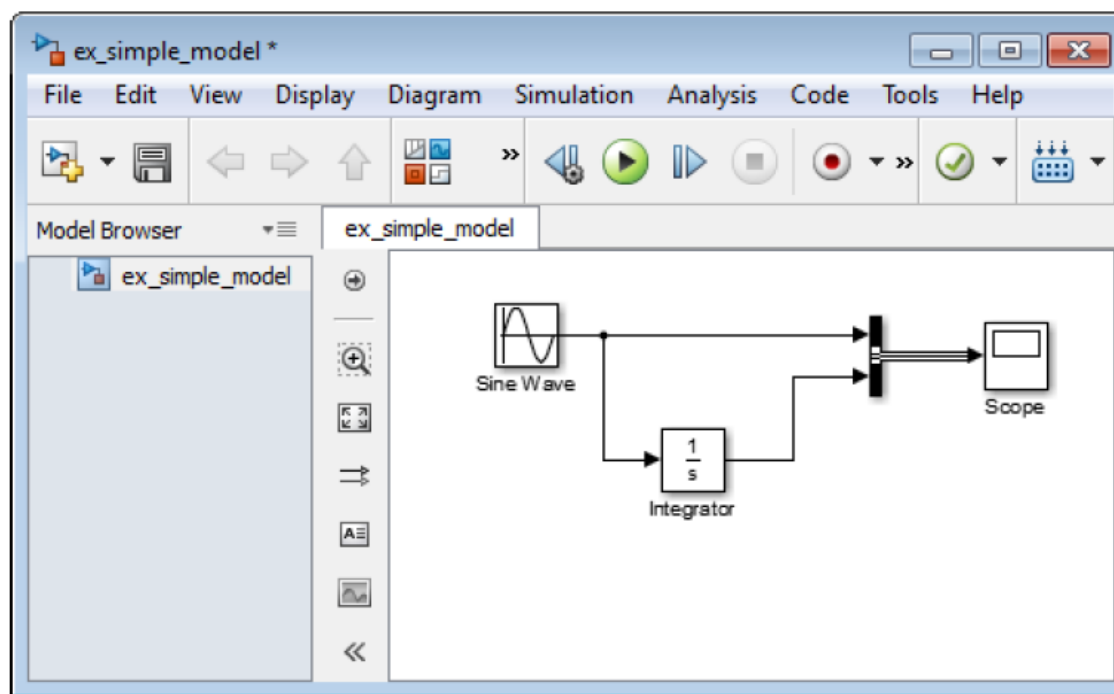
FONDAMENTI DI AUTOMATICA

SIMULINK

Esempio

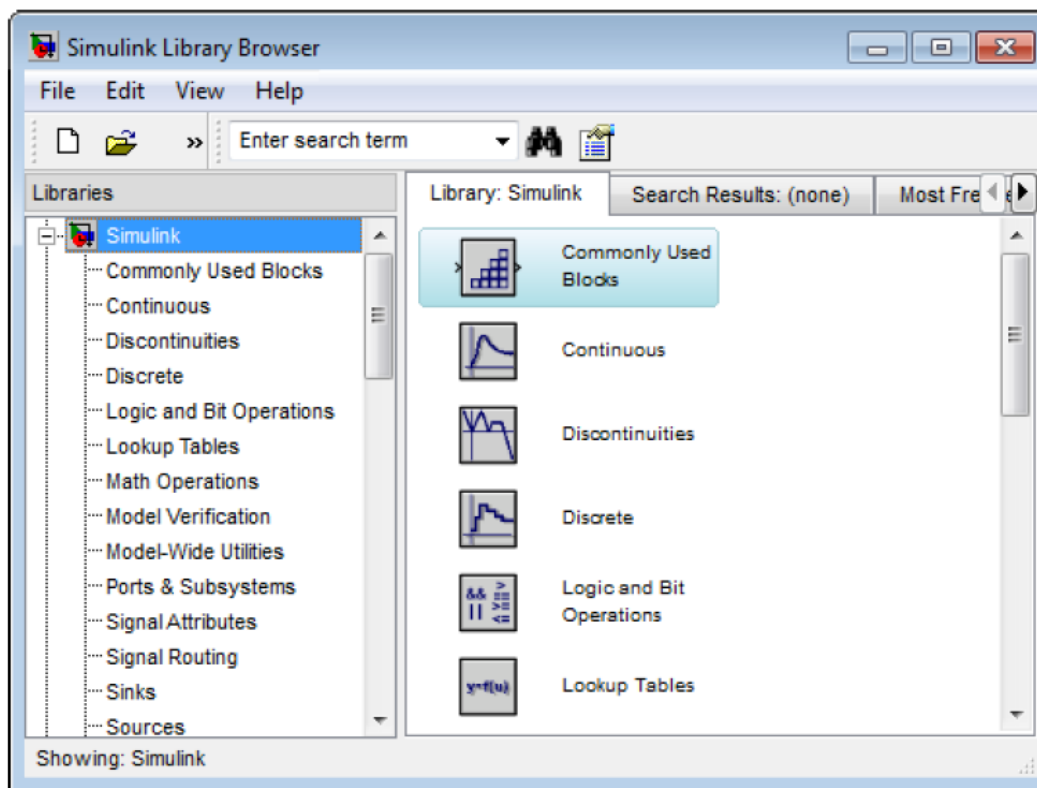
Esempio

- Creare un modello capace di calcolare l'integrale di un segnale sinusoidale e visualizzarne l'andamento insieme al segnale stesso.



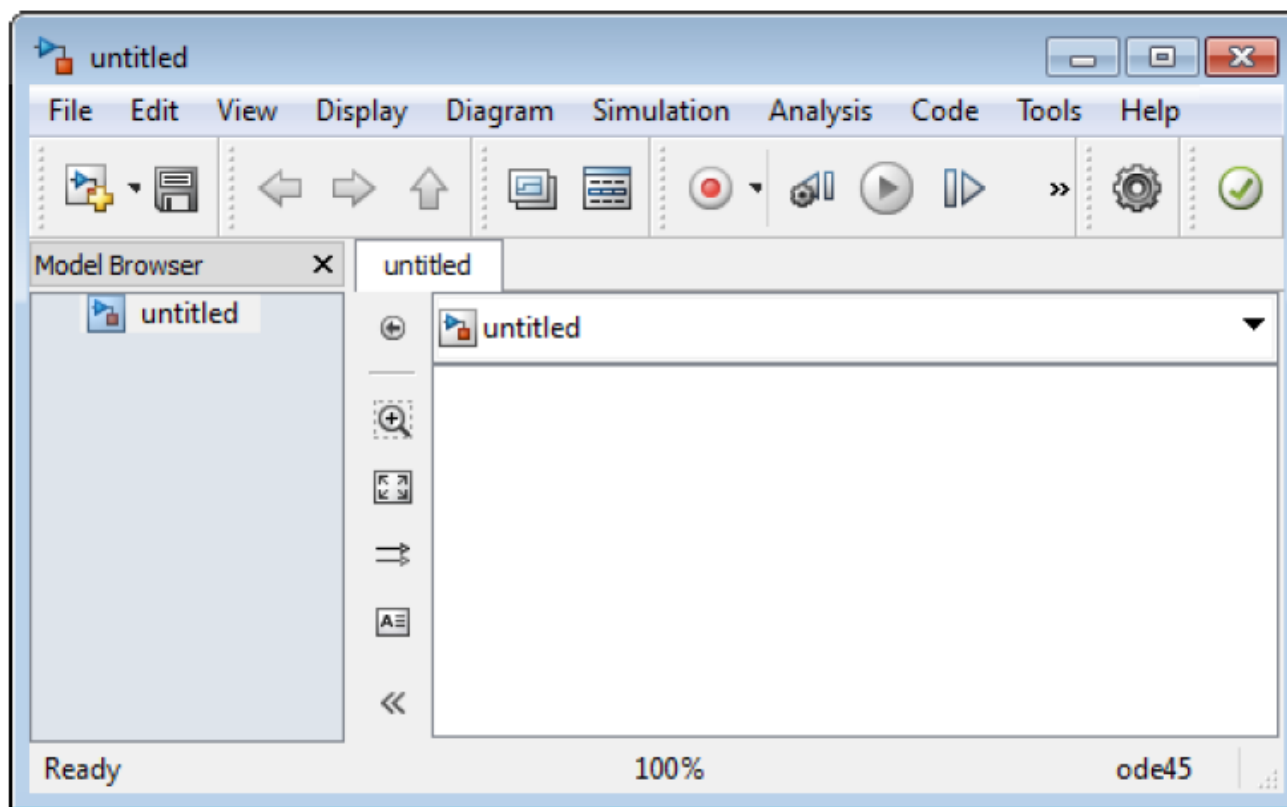


Esempio: aprire il browser

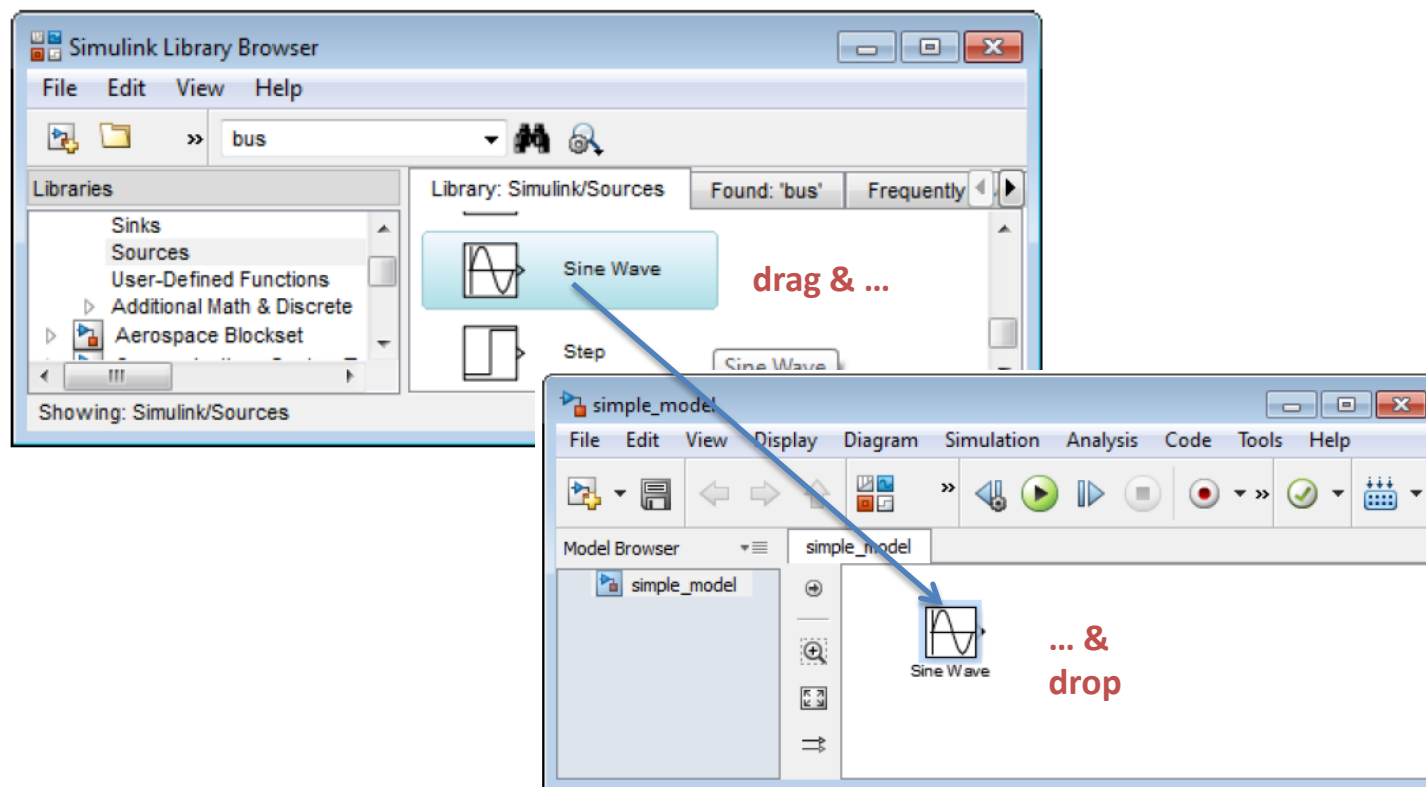




Esempio: creare un modello vuoto

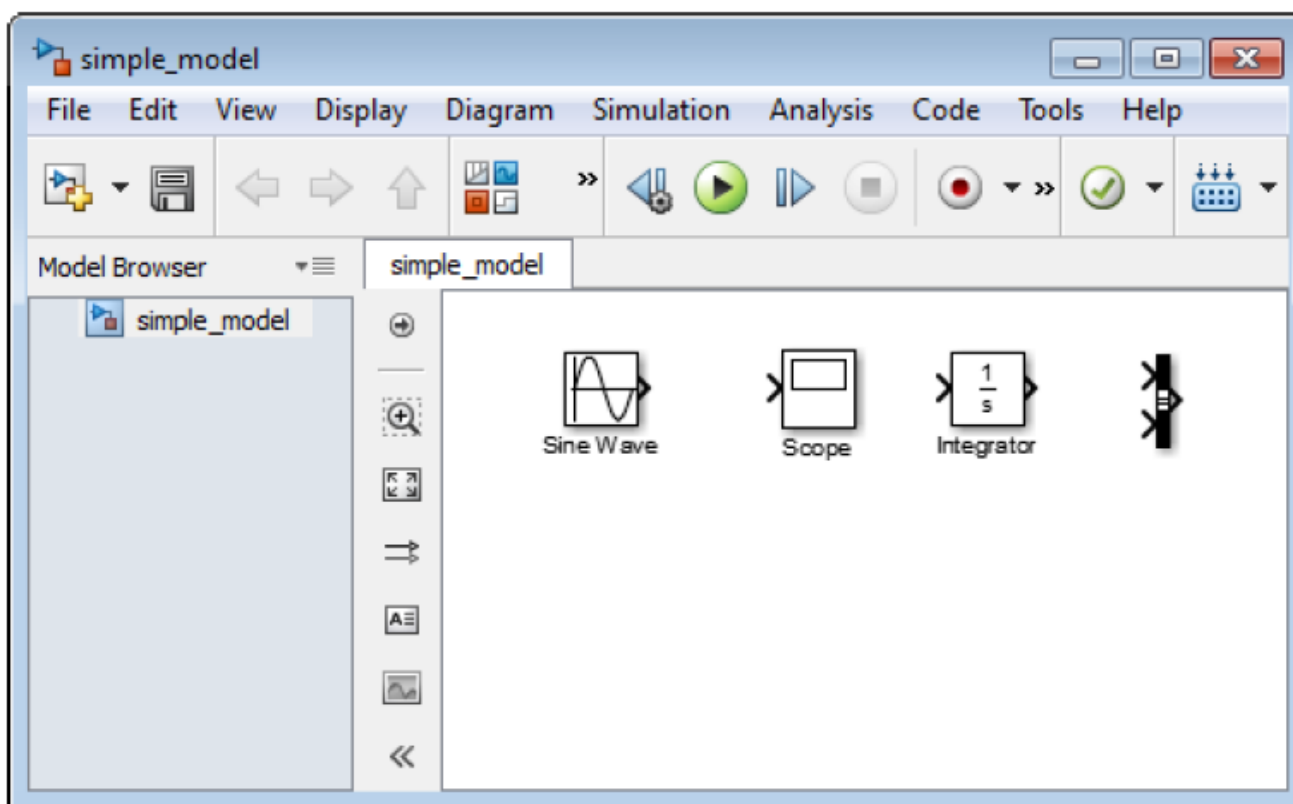


Esempio: aggiungere blocchi al modello



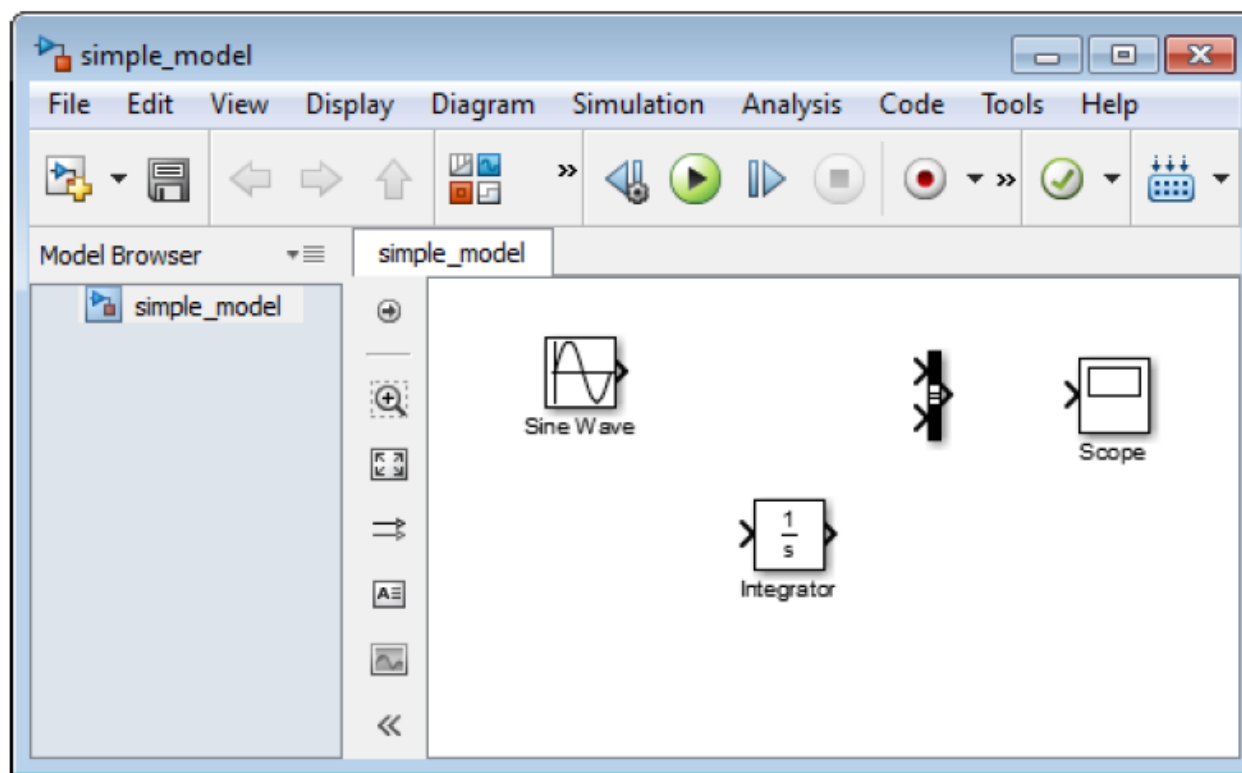


Esempio: aggiungere blocchi al modello

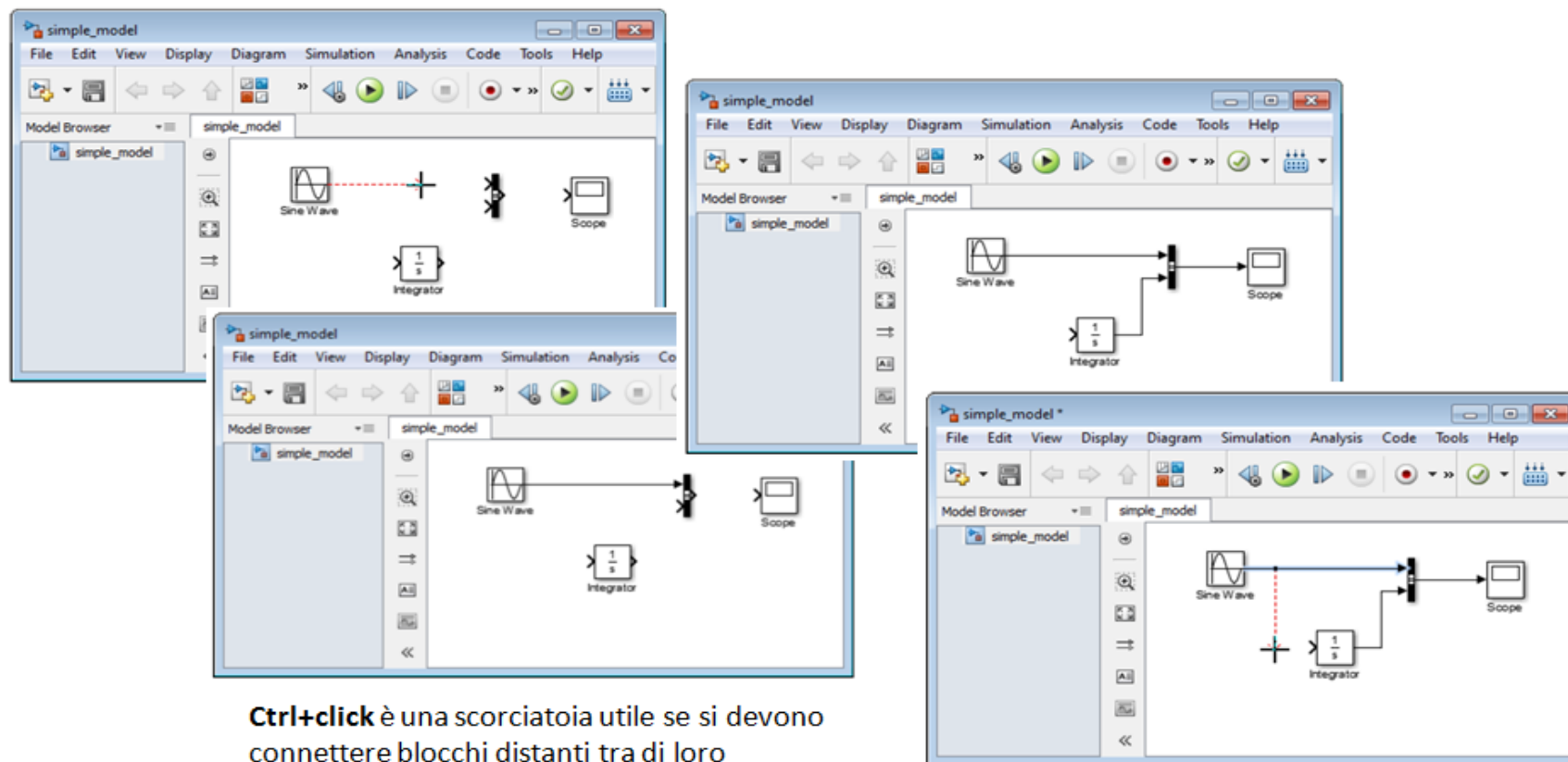




Esempio: muovere e ridimensionare i blocchi



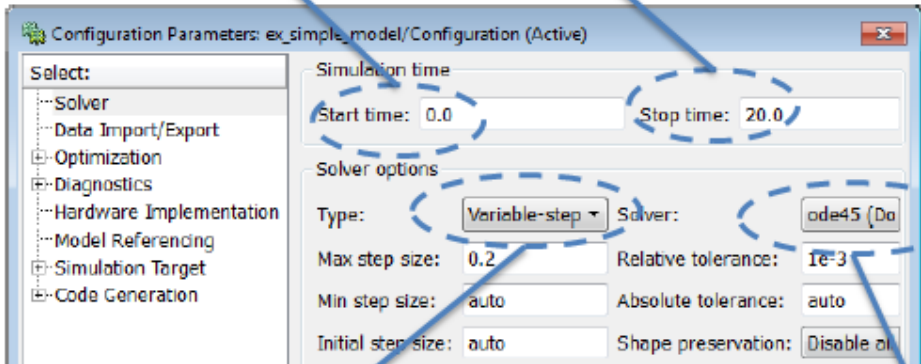
Esempio: connessione dei blocchi



Esempio: definire i parametri di simulazione

inizio simulazione

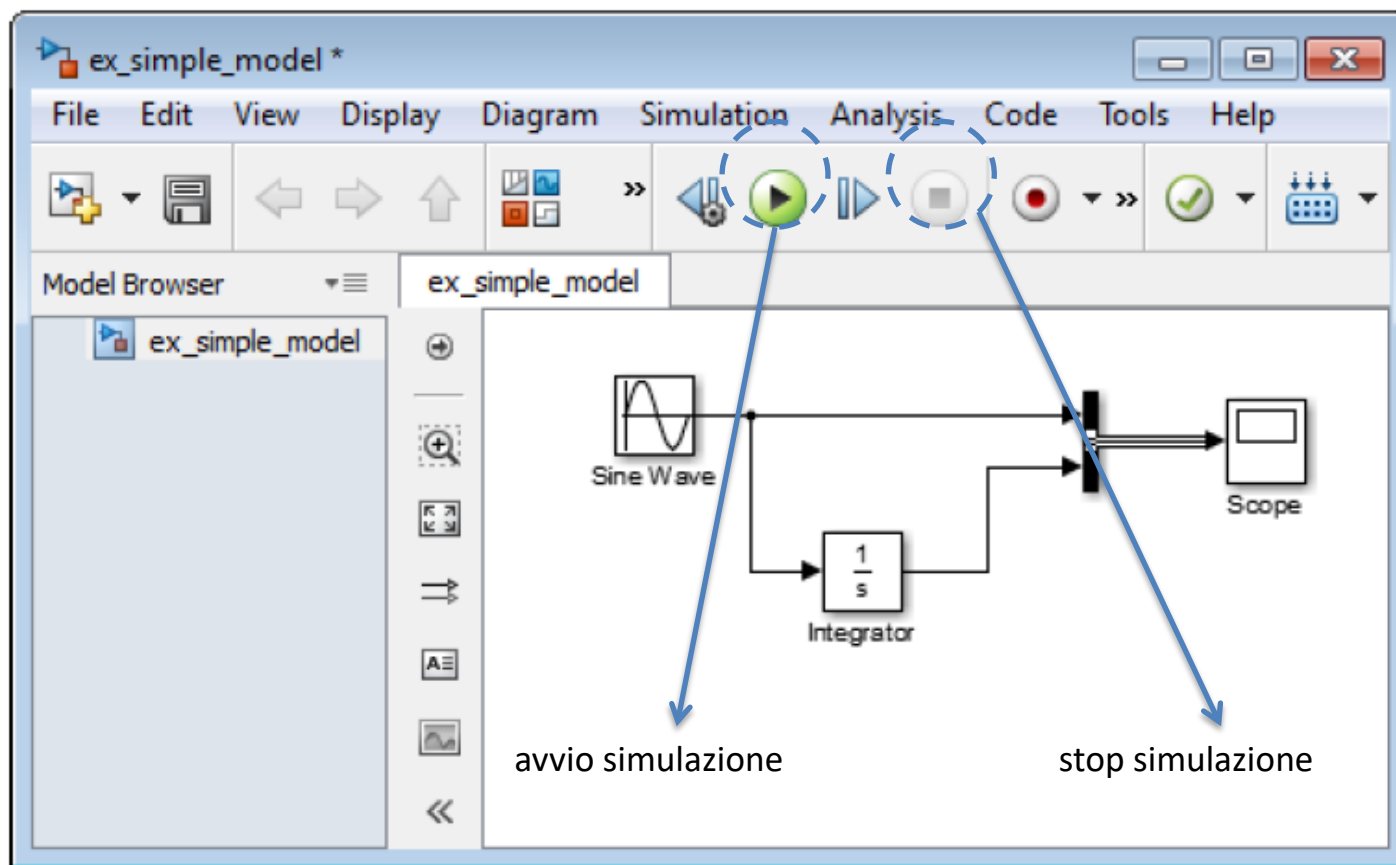
fine simulazione



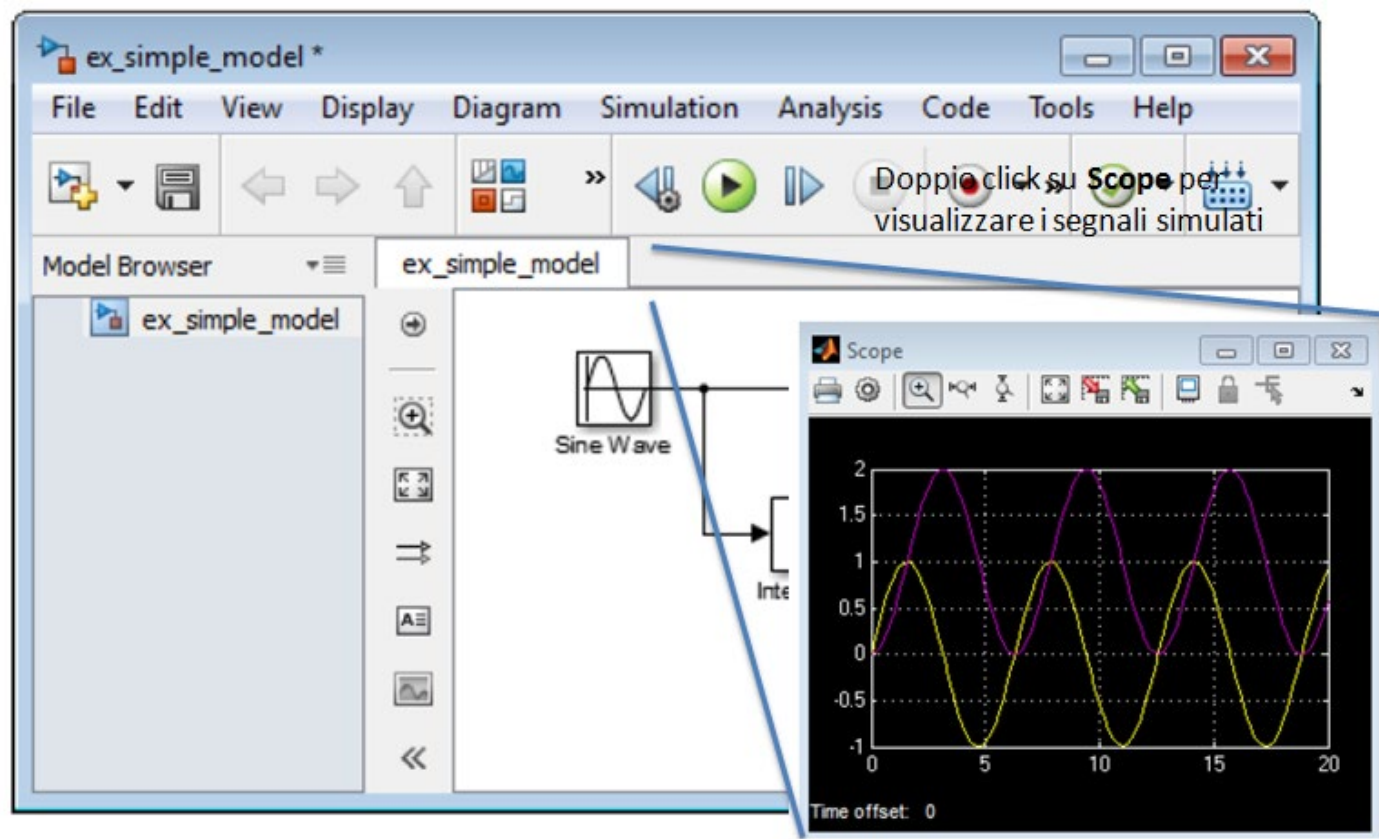
passo di simulazione
(variabile o fisso)

risolutore (ODE)

Esempio: lanciare una simulazione



Esempio: analizzare le simulazioni





FONDAMENTI DI AUTOMATICA

SIMULINK

Domande aperte ed esercizi



Domande di riepilogo

- Che cos'è Simulink e quali funzionalità possiede?
- Che differenza c'è tra MATLAB e Simulink?
- Cosa sono il Simulink Editor e il Simulink Library Browser?
- Come si costruisce un modello in Simulink?
- Quali sono le librerie di blocchi standard del Simulink? Cosa è possibile fare se non esiste un blocco adatto alla funzione che si vorrebbe eseguire?
- Come si accede alla documentazione del Simulink?