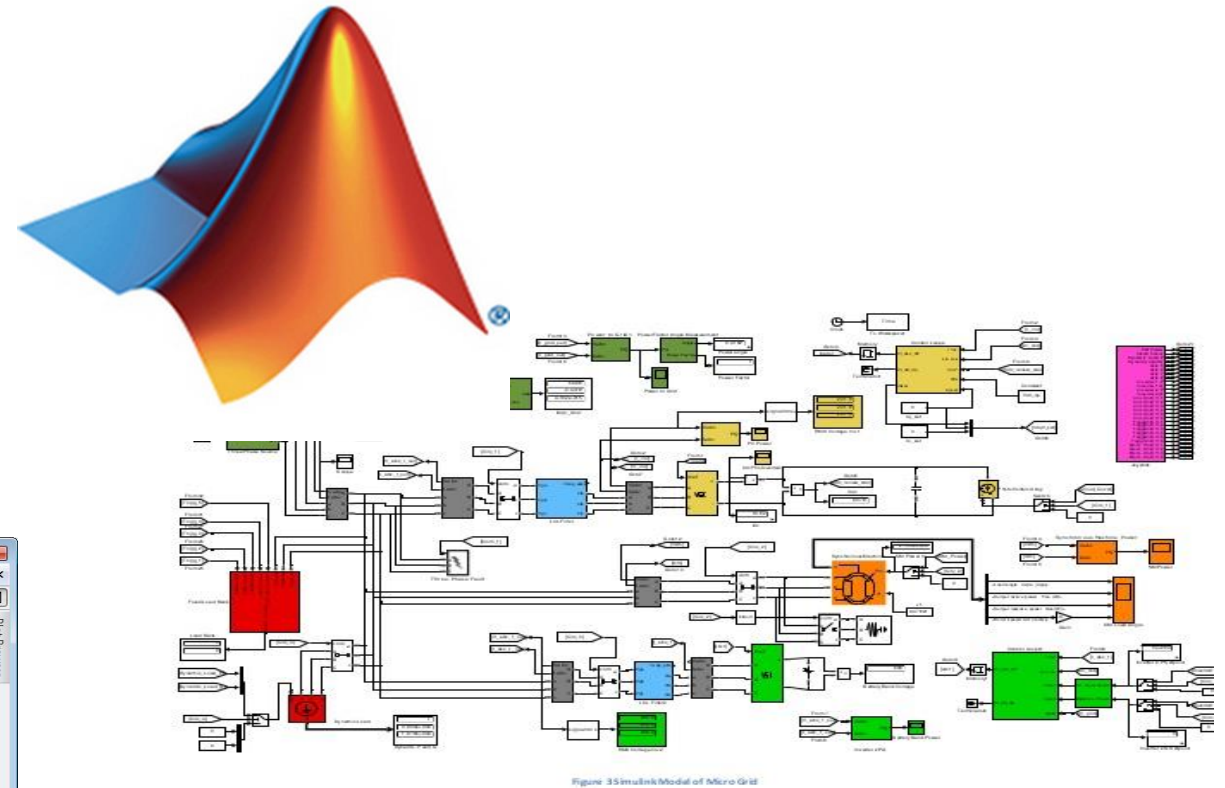
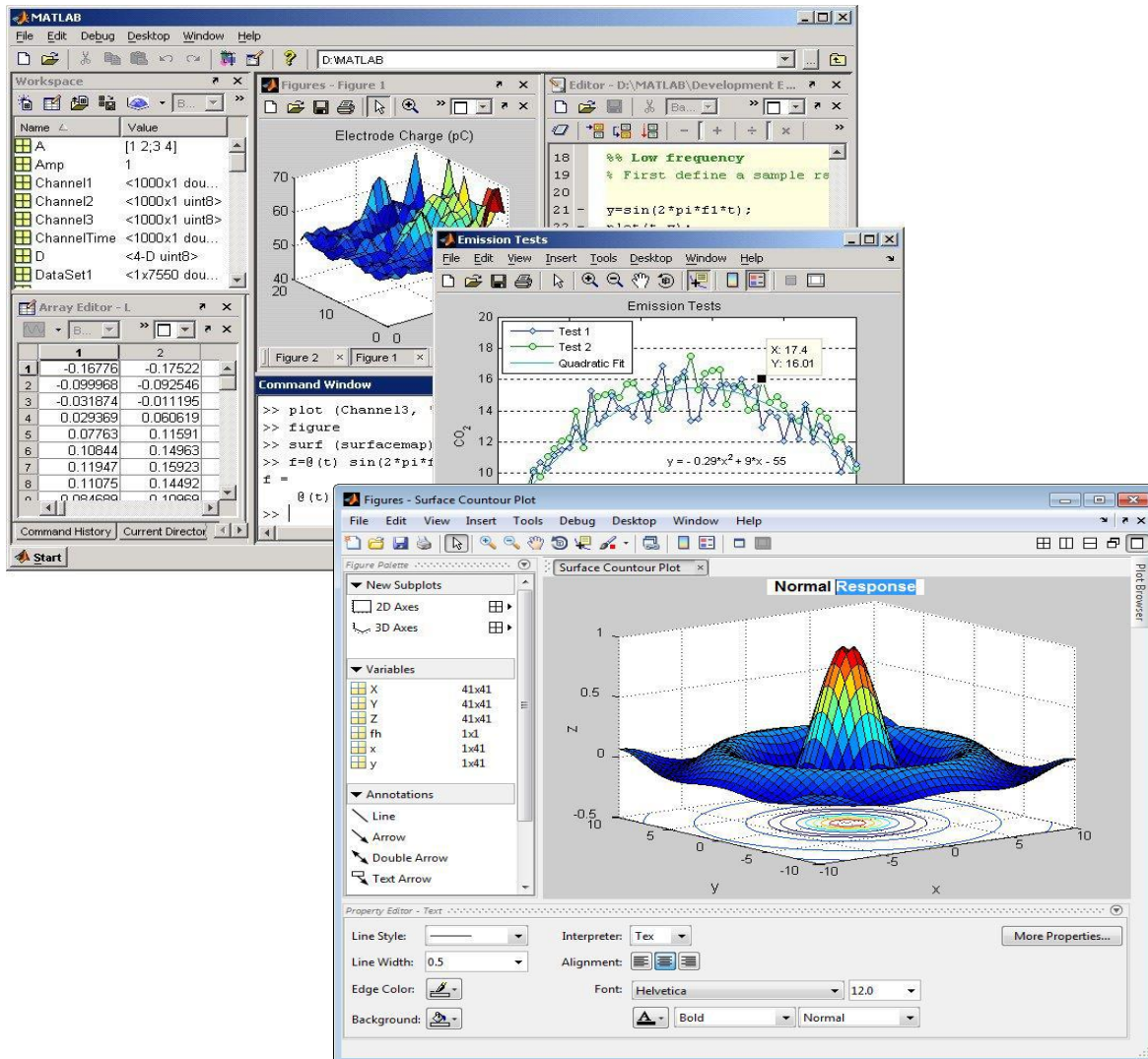


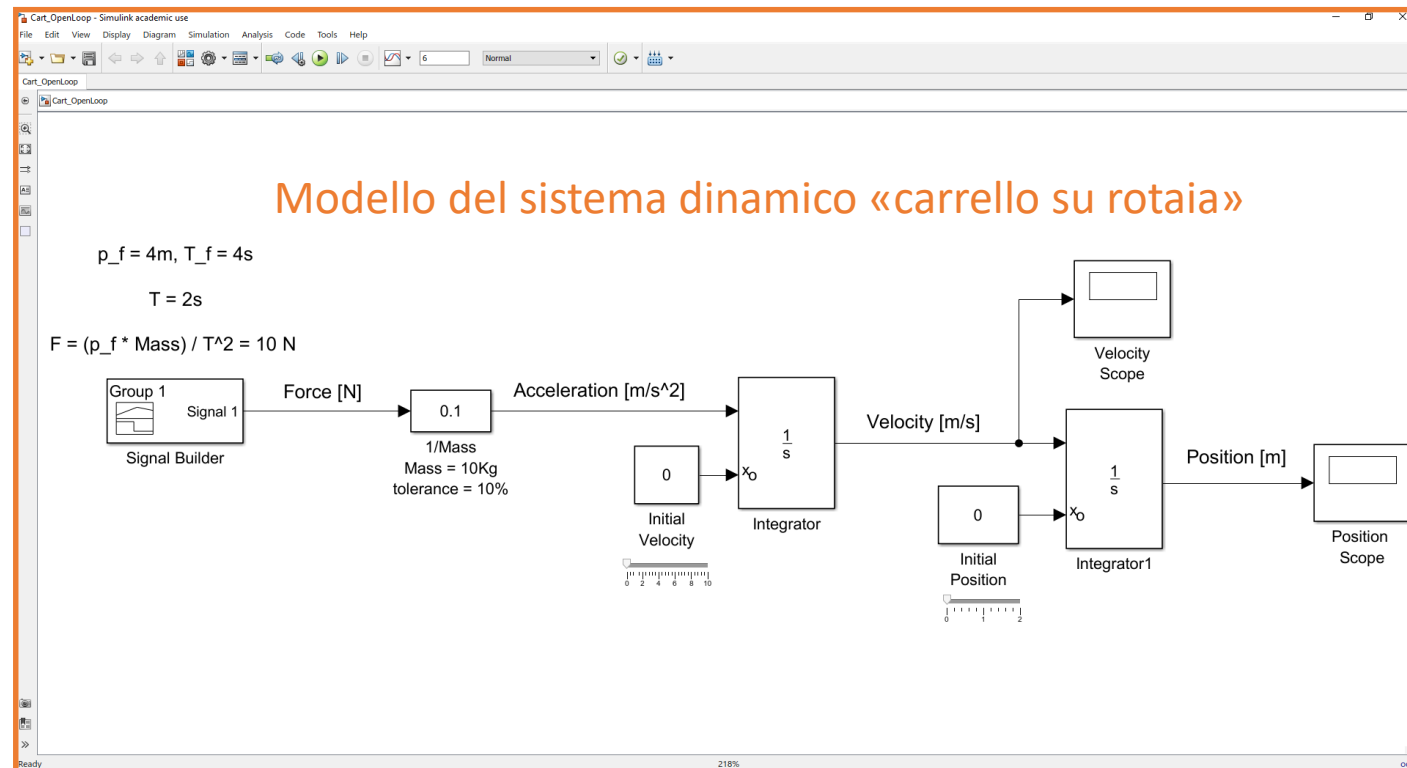
Introduzione a *Matlab* e *Simulink*



*Autore: Simone Ciotti, Centro di Ricerca "E. Piaggio", UNIFI
e-mail: simone.ciotti@centropiaggio.unifi.it*

Cosa è *Simulink*?

Interfaccia grafica interattiva per la modellazione e la simulazione di sistemi dinamici




Perché *Simulink*?

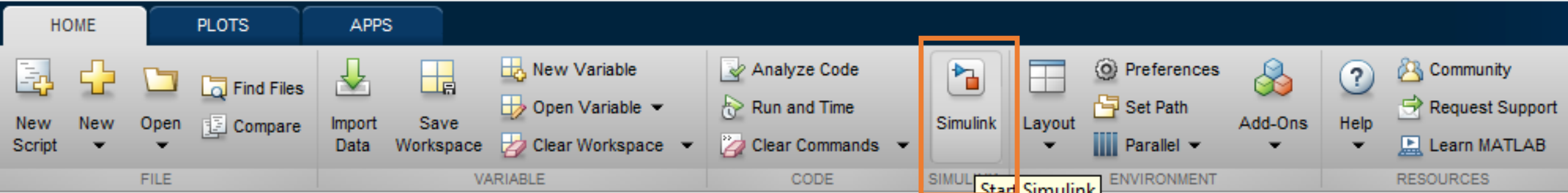
- Integrato con **Matlab**
 - Caricare/salvare dati (matrici) dal/nel workspace di **Matlab**
 - Richiamare gli *M-file* scritti in **Matlab**
- Realizzazione dei sistemi da simulare mediante la creazione di un diagramma a blocchi
 - Elementi base (*blocchi*) messi a disposizione delle librerie di *Simulink*
- Interfaccia grafica
- Riduzione dei tempi e dei costi dei test

Avviare *Simulink*

Vi sono due opzioni per accedere a *Simulink*:

1. Digitare nella *Command Window* di **Matlab** il comando *simulink*
2. Cliccare sul pulsante *Simulink* nella Home Bar di **Matlab** (vedere figura sotto)

 MATLAB R2016b - academic use



Simulink Start Page

Simulink Start Page

SIMULINK®

Open...

Recent

- Cart_OpenLoop.slx
- Cart_OpenLoop.slx
- Cart_ClosedLoop_Ctrl.slx
- Cart_OpenLoop.slx
- Cart_ClosedLoop_Meas_Pos_Vel.slx
- Cart_ClosedLoop_Meas_Pos.slx
- Cart_ClosedLoop_PID.slx
- Cart_ClosedLoop_Pos_Vel.slx

Projects

- Source Control...
- Archive...

New Examples

Search

All Templates

My Templates [Learn More](#)

You have not created any templates. [Learn how to create templates.](#)

Simulink

Blank Model

Blank Library

Blank Project

Code Generation

Digital Filter

Feedback Controller

Fixed-step

HDL Code Generation

Signal Processing

Simple Project

Simple Simulation

> Aerospace Blockset

Simulink Start Page

Aprire un modello
(file **.slx**)
creato in precedenza

Modelli aperti di recente

Simulink Start Page

SIMULINK®

Open...

New Examples Modelli di esempio

Search

All Templates Q

My Templates

You have not created any templates. [Learn how to create templates.](#)

Simulink

Blank Model

Blank Library

Blank Project

Code Generation

Digital Filter

Feedback Controller

Fixed-step

HDL Code Generation

Signal Processing

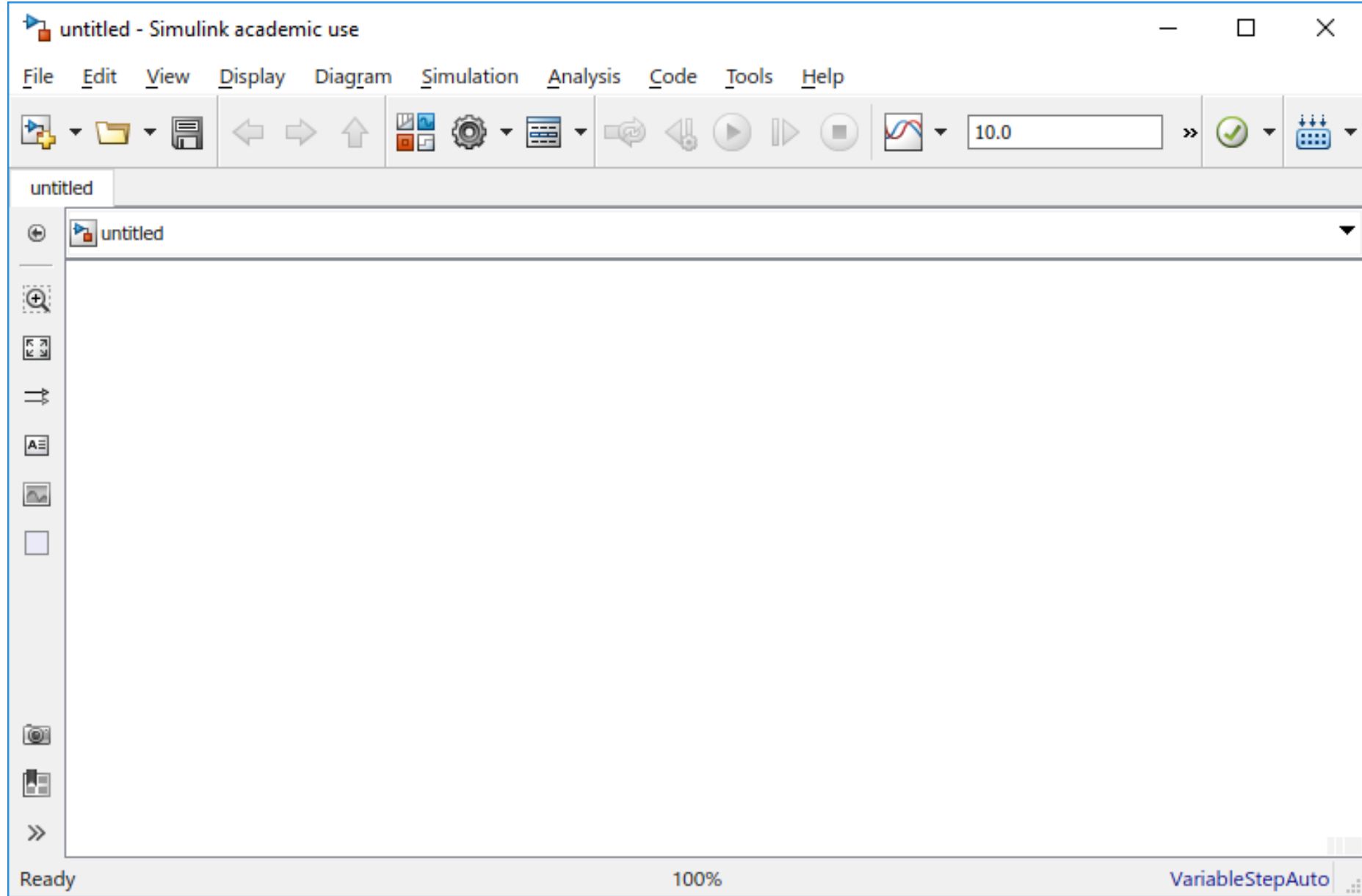
Simple Project

Simple Simulation

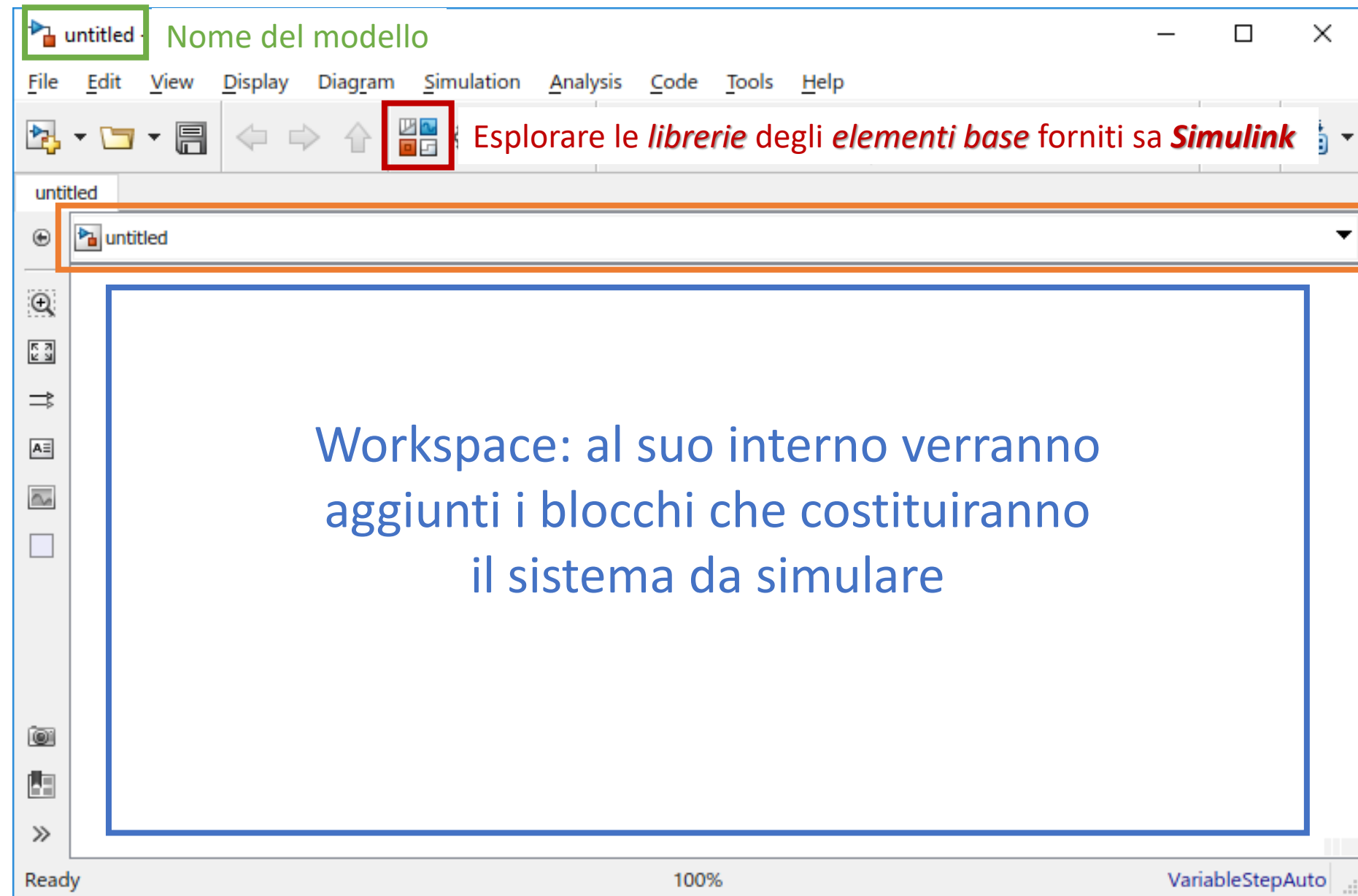
Aerospace Blockset

Creare un nuovo modello vuoto

Simulink Blank Model

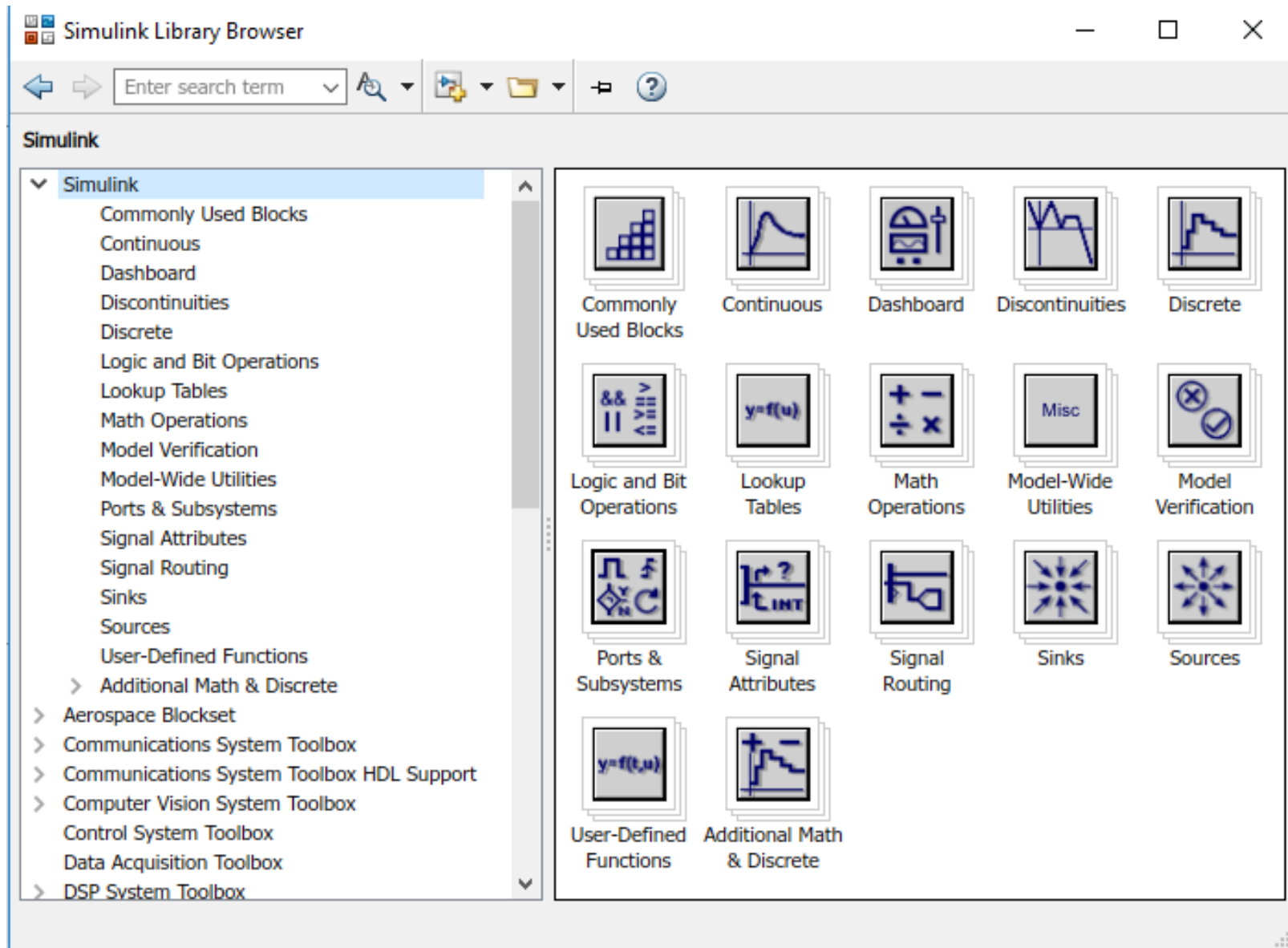


Simulink Blank Model



Barra di navigazione:
visualizza
«percorso/nome» del
sottosistema attualmente
visualizzato nel workspace.
Nel caso in cui si stia
visualizzando lo schema
generale viene visualizzato
il nome del modello creato

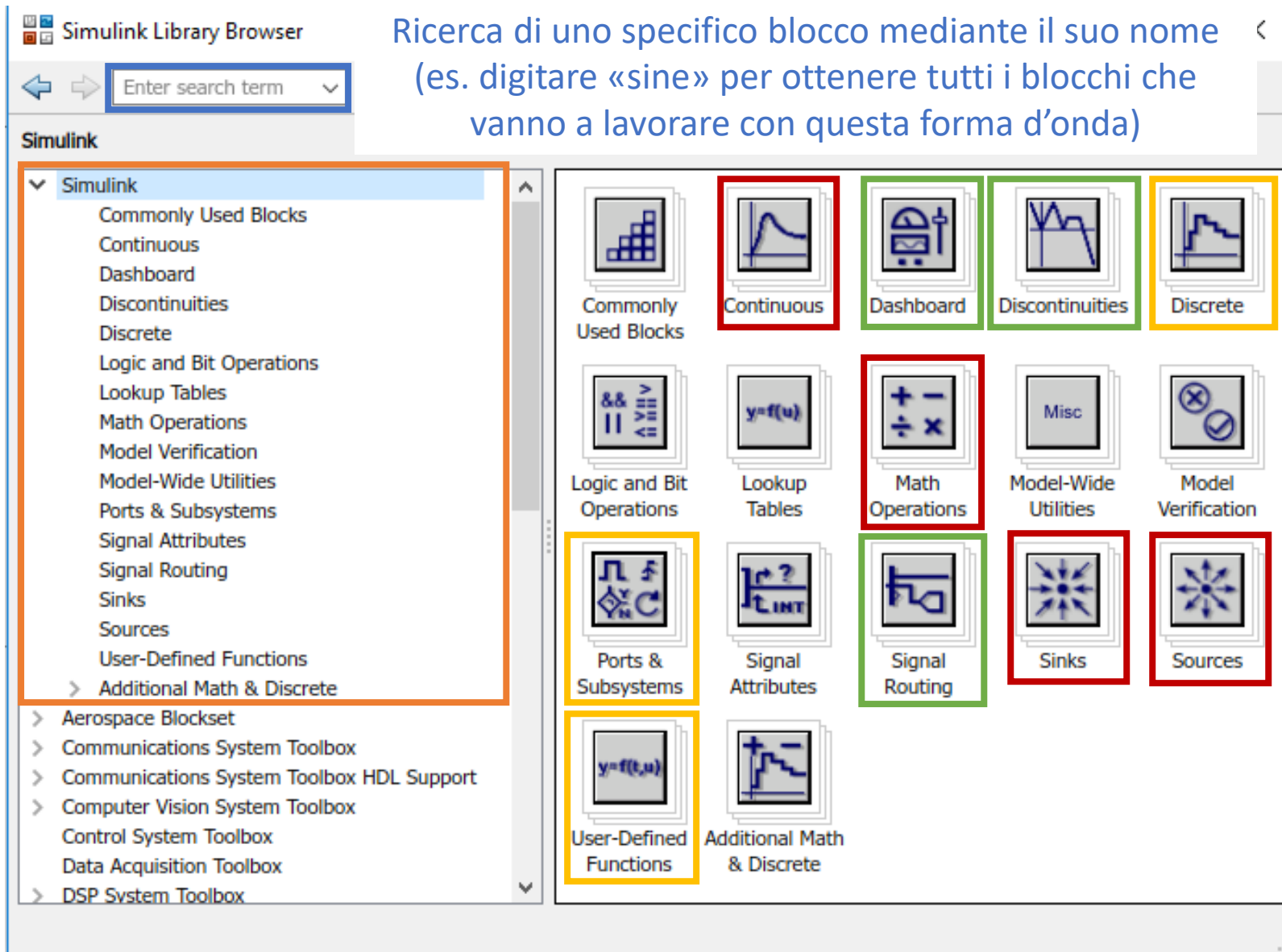
Simulink Library Browser



Simulink Library Browser

Editor toolbar:
 lista delle
 librerie
 principale e
 delle relative
 sotto-librerie
 che si hanno a
 disposizione.
 La libreria
 «Simulink»
 raccoglie le
 librerie base

Ricerca di uno specifico blocco mediante il suo nome
(es. digitare «sine» per ottenere tutti i blocchi che
vanno a lavorare con questa forma d'onda)



Librerie degli elementi
ESSENZIALI (per il corso)
alla realizzazione del
sistema da simulare

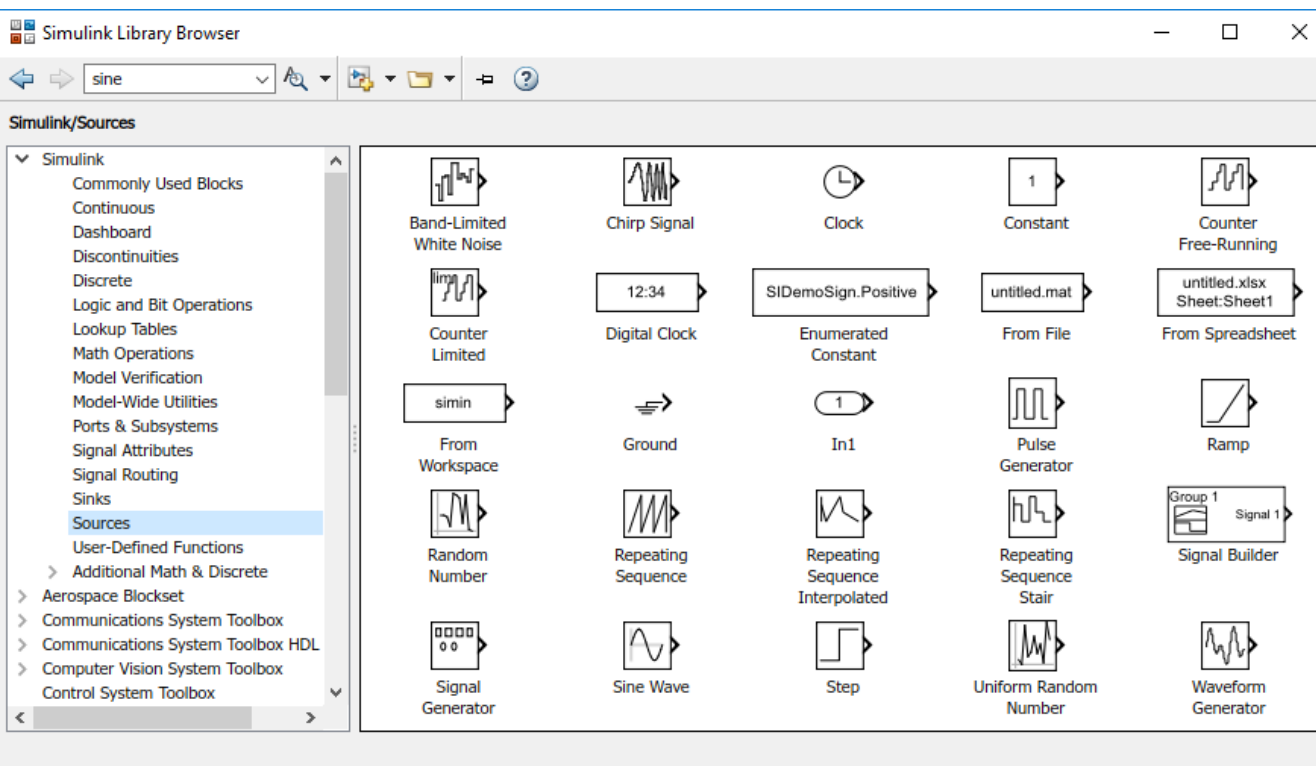
Librerie degli elementi
AVANZATI (per il corso)
alla realizzazione del
sistema da simulare

Librerie degli elementi
AUSILIARI (per il corso)
alla realizzazione del
sistema da simulare

Simulink *SOURCES* Library

Blocchi per:

- Generazione in loco di segnali (es. onda sinusoidale, segnale continuo, etc...)
- Importazione di segnali dal workspace di **Matlab**. I segnali sono ***matrici** opportunamente formattate*.
- Importazione di segnali dal file dati *.mat*. I segnali sono ***matrici** opportunamente formattate*.
- Definizione delle porte di ingresso di un sotto-sistema (*subsystem*)



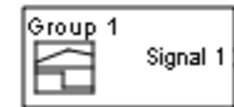
Genera un valore costante reale o complesso



Genera una forma d'onda sinusoidale



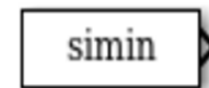
Genera una forma d'onda a gradino



Permette di generare un segnale di cui il progettista deve specificare ogni parametro



Permette di generare un segnale partendo dalle strutture dati (***matrici***) contenute nel file *.mat* specificato

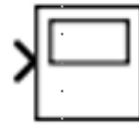
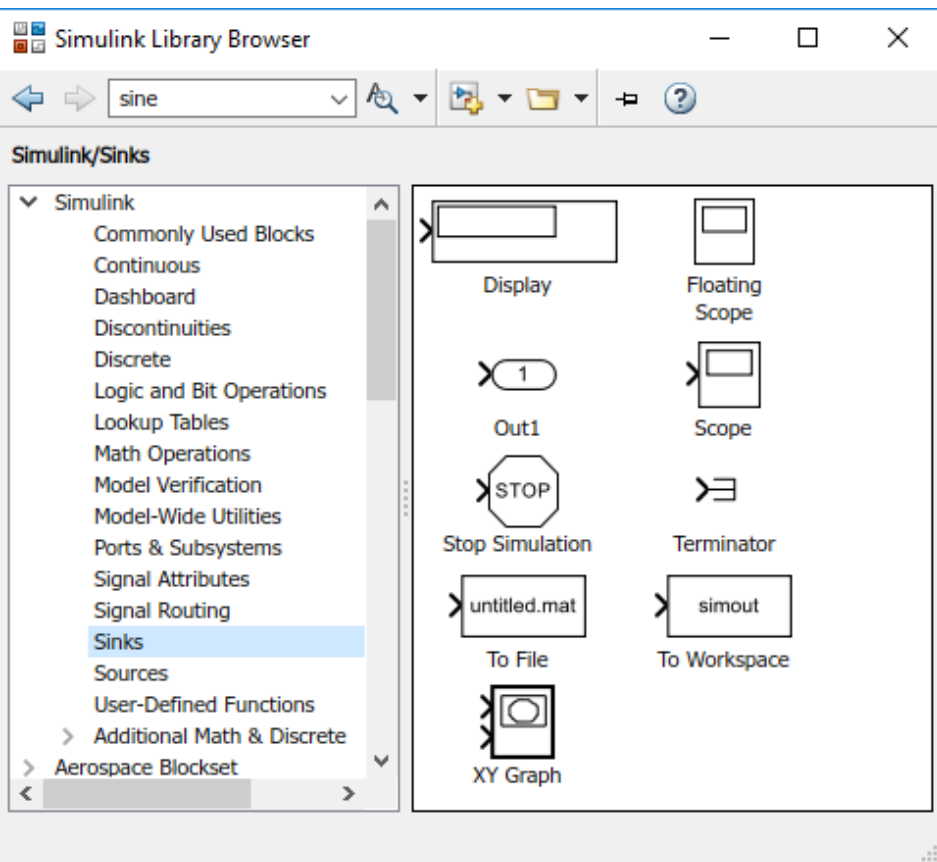


Permette di generare un segnale partendo da una ***matrice*** definita nel ***workspace*** di **Matlab**

Simulink **SKINS** Library

Blocchi per:

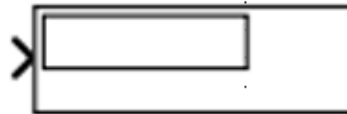
- Stampa a schermo dei segnali (1-D, 2-D e valore numerico) generati durante la simulazione
- Esportazione dei segnali nel workspace di **Matlab**. I segnali sono salvati come **matrici opportunatamente formattate**.
- Esportazione dei segnali in un file dati **.mat**. I segnali sono salvati come **matrici opportunatamente formattate**.
- Definizione delle porte di uscita di un sotto-sistema (*subsystem*)



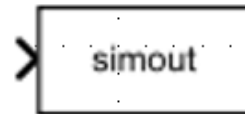
Stampa a schermo dei segnali generati durante la simulazione



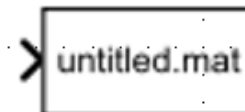
Stampa a schermo dei segnali in ingresso. Il primo segnale viene usato per popolare l'asse delle ascisse, mentre il secondo segnale l'asse delle ordinate



Visualizzazione del valore numerico del segnale in ingresso



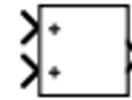
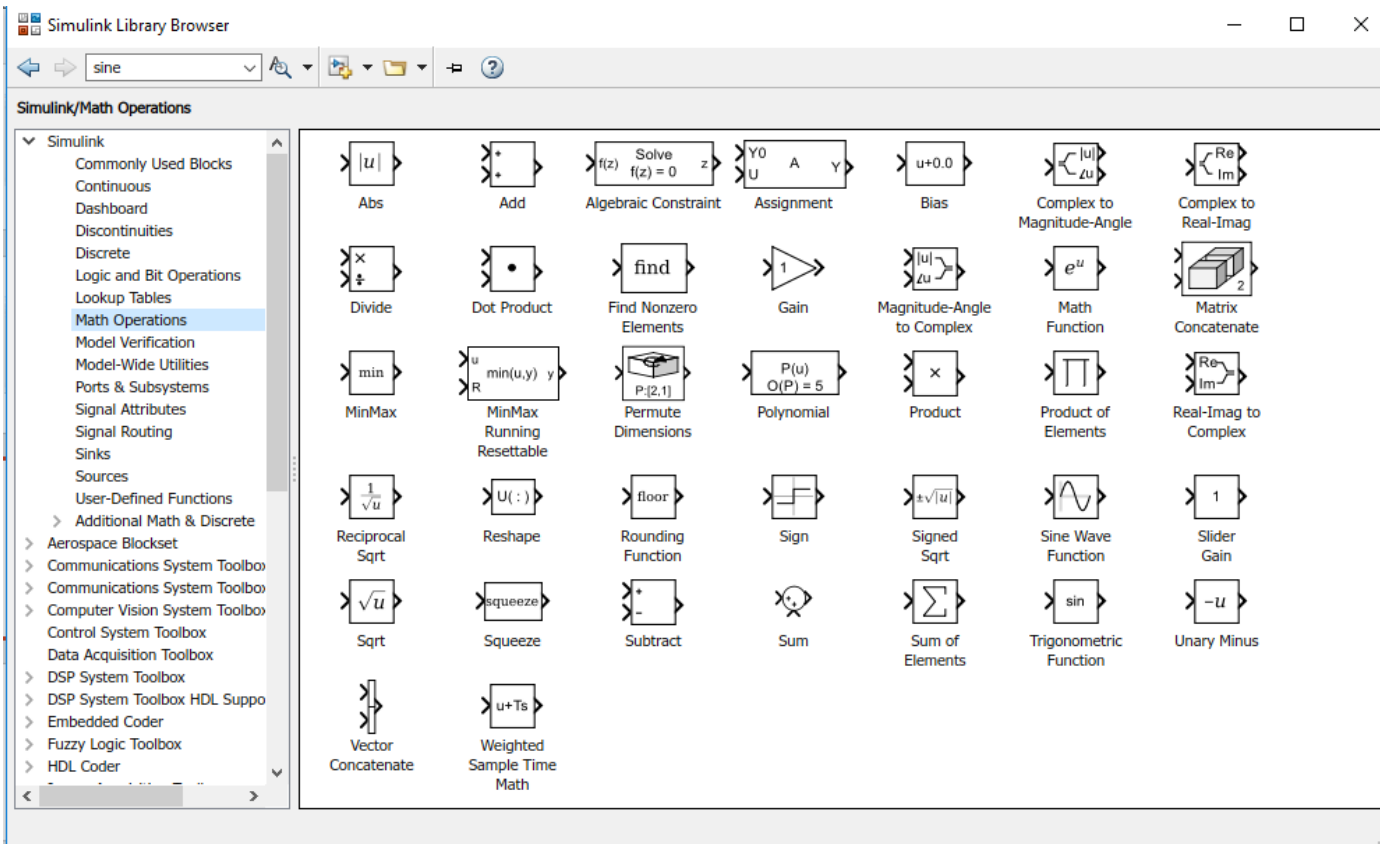
Salvataggio in una variabile del workspace di **Matlab** del segnale in ingresso



Salvataggio su file del segnale in ingresso

Simulink *MATH OPERATIONS* Library

Blocchi per eseguire le più svariate operazioni matematiche (es. addizione, sottrazione, etc..)



Addiziona (sottrae) i segnali in ingresso



Divide (moltiplica) i segnali in ingresso. Se il segnale per cui dividere è una matrice di segnali, l'operazione di divisione corrisponde alla moltiplicazione per l'inversa del segnale matriciale



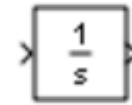
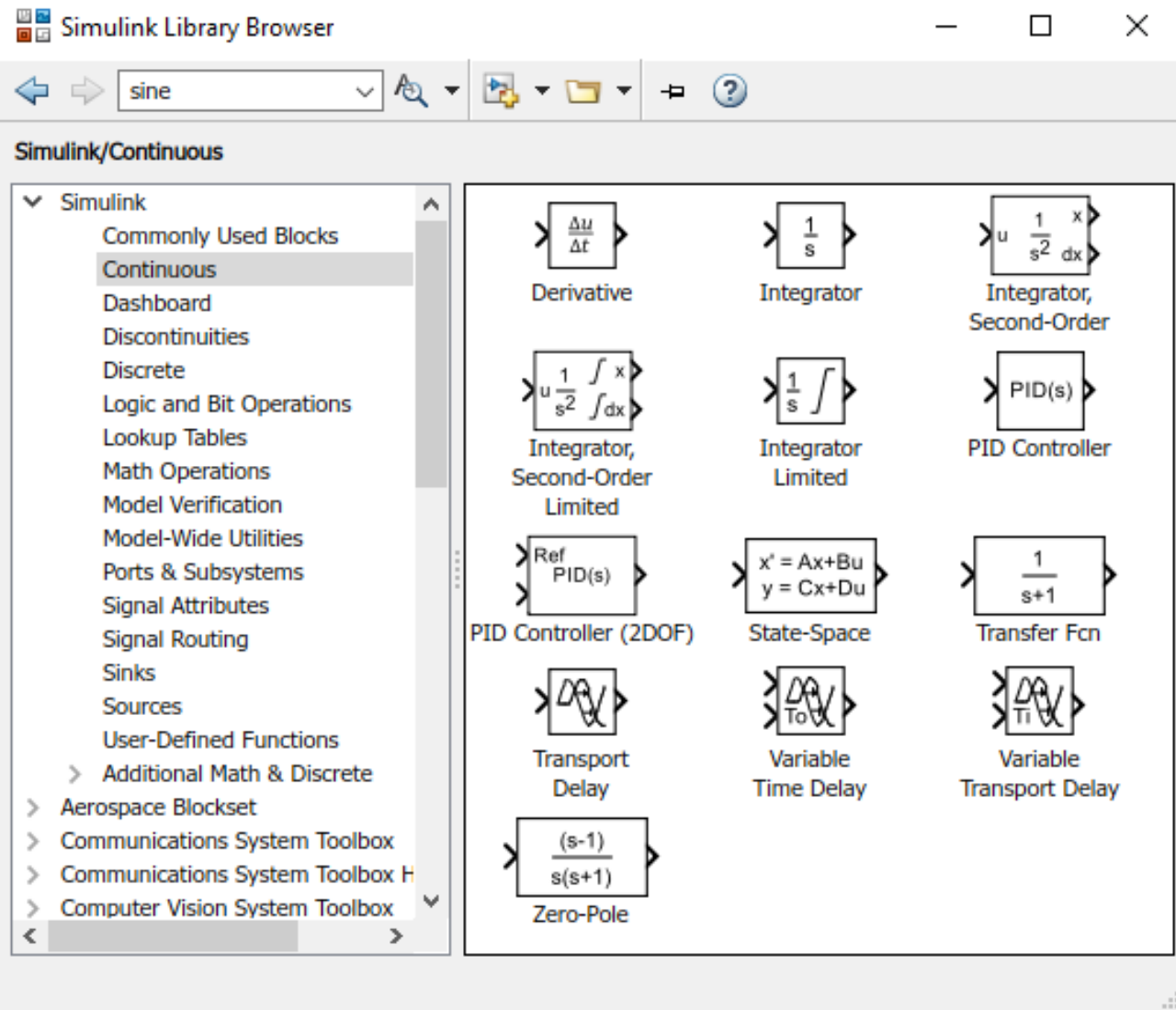
Moltiplica il segnale di ingresso per un valore costante



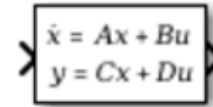
Addiziona (sottrae) i segnali in ingresso. Solitamente, questo blocco viene adoperato quando nei modelli si va ad inserire una retroazione e, quindi, abbiamo la necessità di sottrarre il segnale retroazionato a quello di riferimento

Simulink *CONTINUOUS* Library

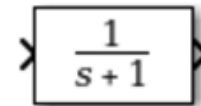
Blocchi per l'implementazione di funzioni Tempo Continuo (es. integrazione, derivazione, etc..)



Integrazione del segnale in ingresso rispetto alla variabile tempo (riferita al tempo di simulazione)



Descrizione in forma di stato di un sistema dinamico tempo continuo



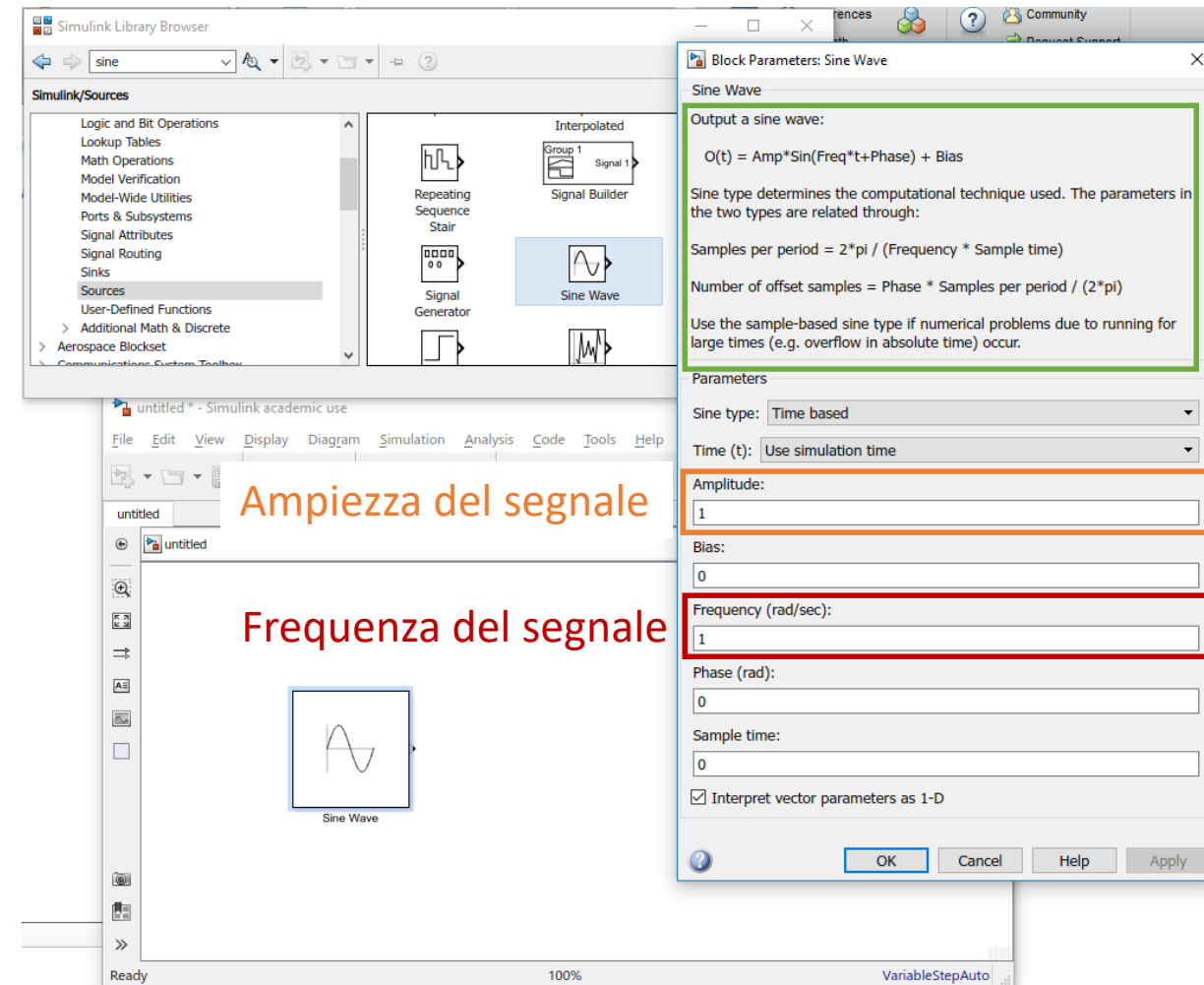
Descrizione mediante funzione di trasferimento (in funzione della variabile s) di un sistema dinamico tempo continuo

Simulink Modificare i Parametri di un Blocco

Se presenti, per accedere ai parametri di configurazione di un blocco occorre:

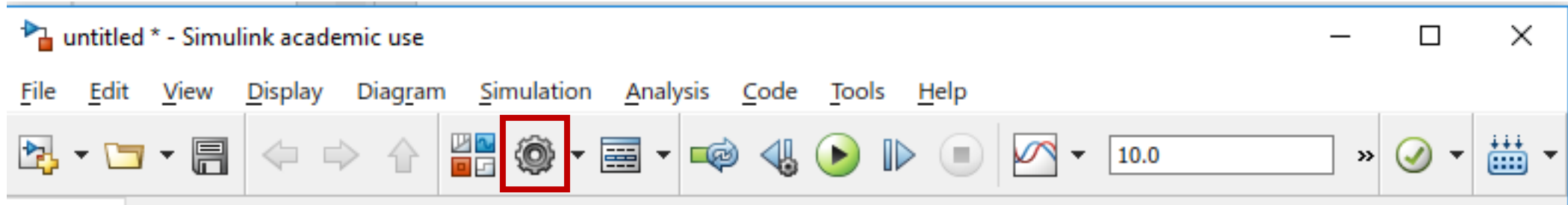
1. Aggiungere, mediante la **Library Browser**, il blocco al nostro workspace di **Simulink**
2. Fare doppio click con il tasto sinistro del mouse sul blocco di cui vogliamo modificare i parametri
3. Dopo aver modificato i parametri cliccare su **Apply** per salvare le modifiche apportate
4. Fare click su **OK**

Descrizione funzionamento blocco e significato dei parametri modificabili

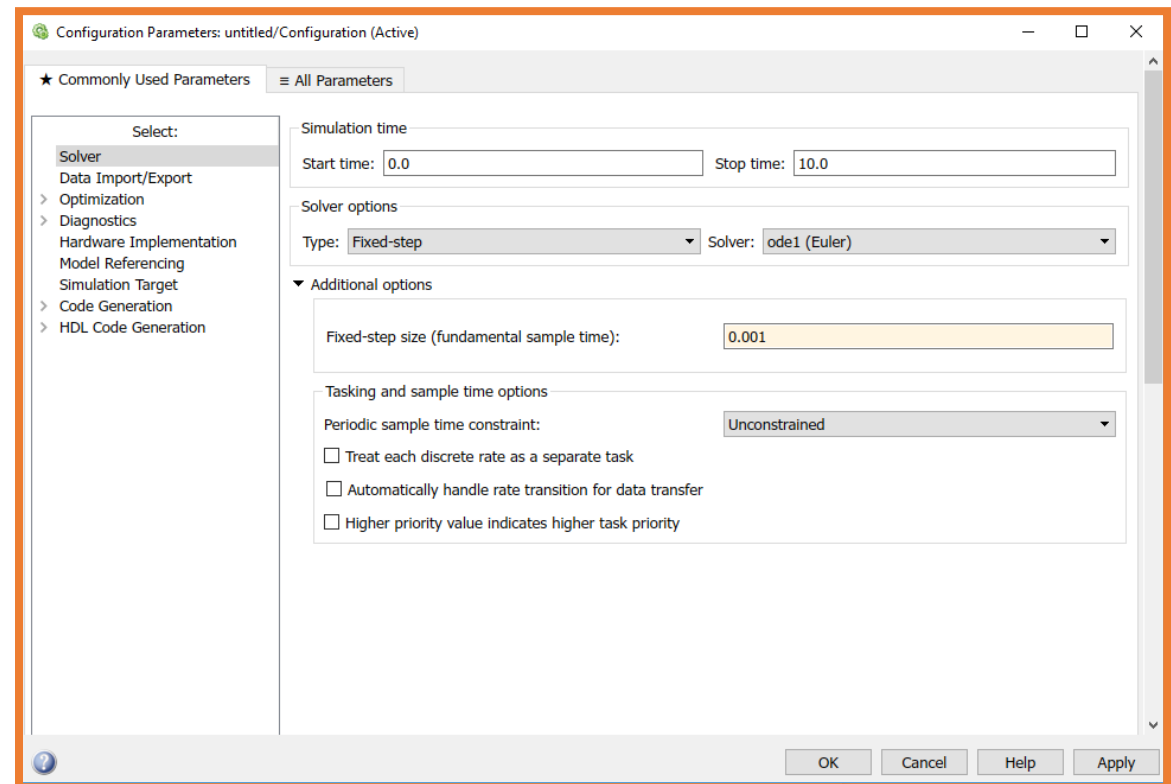


Simulink *Parametri* di Simulazione

Per accedere alla schermata che consente di modificare i parametri di simulazione cliccare sull'immagine dell'ingranaggio



Verrà così visualizzata la finestra **Configuration Parameters**, dalla quale possiamo gestire tutti i parametri inerenti la simulazione (es. start time, stop time, tipo di solver, etc ...)



Simulink Parametri di Simulazione

Configuration Parameters: untitled/Configuration (Active)

★ Commonly Used Parameters ≡ All Parameters

Select:

- Solver
- Data Import/Export
- > Optimization
- > Diagnostics
- Hardware Implementation
- Model Referencing
- Simulation Target
- > Code Generation
- > HDL Code Generation

Simulation time

Start time: 0.0 Stop time: 10.0

Solver options

Type: Fixed-step Solver: ode1 (Euler)

Additional options

Fixed-step size (fundamental sample time): 0.001

Tasking and sample time options

Periodic sample time constraint: Unconstrained

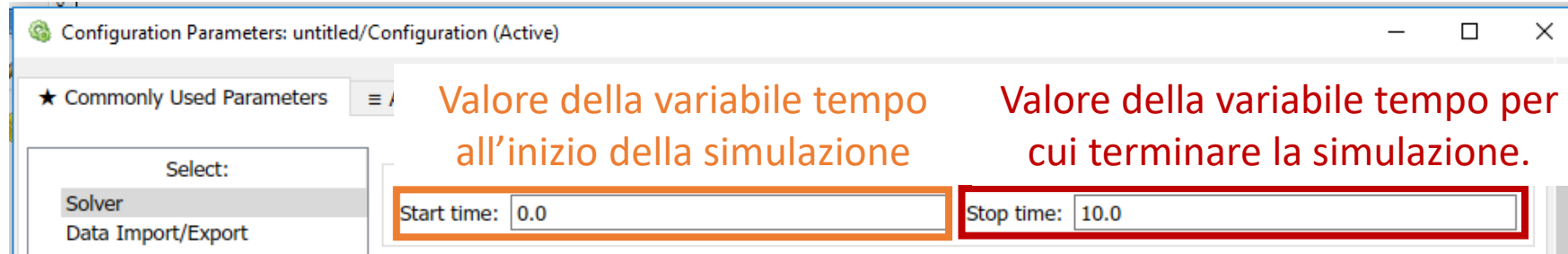
☐ Treat each discrete rate as a separate task

☐ Automatically handle rate transition for data transfer

☐ Higher priority value indicates higher task priority

OK Cancel Help Apply

Simulink Parametri di Simulazione



Valore della variabile tempo
all'inizio della simulazione

Valore della variabile tempo per
cui terminare la simulazione.

La durata della simulazione è pari a **Stop time - Start time**

Il tempo è espresso in SECONDI

Essendo Simulink un tool per la simulazione, ogni riferimento al «tempo» riguarda il tempo di simulazione visto da Simulink e non al tempo realmente trascorso nel mondo reale

Un valore particolare per questo campo è **inf**. In questo modo si sta chiedendo a Simulink di eseguire la simulazione finché non riceve ESPlicitamente il segnale di Stop

Simulink Parametri di Simulazione

Configuration Parameters: untitled/Configuration (Active)

★ Commonly Used Parameters ≡ All Parameters

Select:

- Solver
- Data Import/Export
- > Optimization
- > Diagnostics
- Hardware Implementation
- Model Referencing
- Simulation Target
- > Code Generation
- > HDL Code Generation

Simulation time

Start time: 0.0 Stop time: 10.0

Solver options

Type: Fixed-step Solver: ode1 (Euler)

Additional options

Fixed-step size (fundamental sample time): 0.001

Tasking and sample time options

Periodic sample time constraint: Unconstrained

☐ Treat each discrete rate as a separate task

☐ Automatically handle rate transition for data transfer

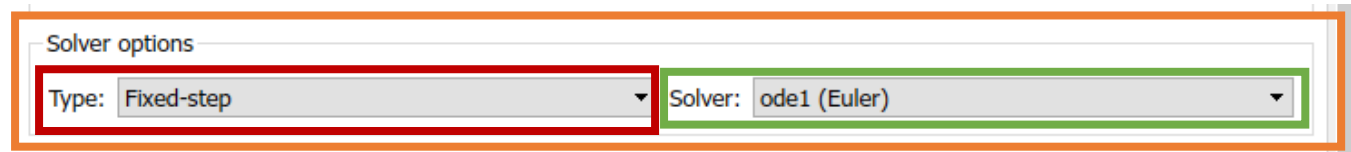
☐ Higher priority value indicates higher task priority

OK Cancel Help Apply

Simulink Parametri di Simulazione

Impostazioni del **solver** utilizzato per la risoluzione delle equazioni differenziali (alle differenze) che descrivono il sistema dinamico, da noi rappresentato mediante schema a blocchi nel workspace di **Simulink**

Tipo di passo
adoperato dal solver

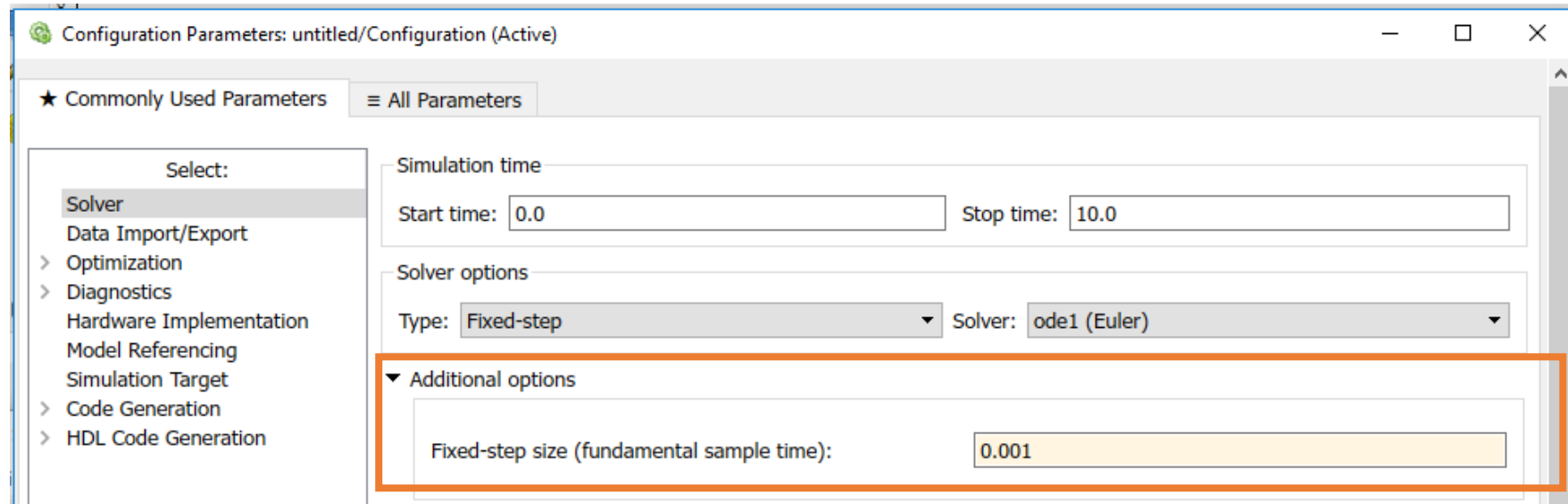


Tipo di solver adoperato

Il tipo di passo adoperato dal nostro solver sarà **SEMPRE** del tipo **Fixed-step**. Con questa impostazione si sta dicendo a **Simulink** che vogliamo che **tra due passi di simulazione** ci sia sempre una **quantità di tempo fissa**. Se scegliamo l'opzione **Variable-step** è **Simulink** a decidere, ad ogni passo di simulazione in base al caso, quanto durerà quel determinato passo.

Il tipo di **solver** adoperato sarà **TENDENZIALMENTE** del tipo **ode1(Euler)**. Con questa impostazione si sta dicendo a **Simulink** in che modo effettuare l'operazione di integrazione. Altri possibili valori, da noi adoperati, per questo campo sono: **ode4 (Runge-Kutta)** e **discrete** (solo nel caso si stia simulando un sistema *Tempo Discreto*)

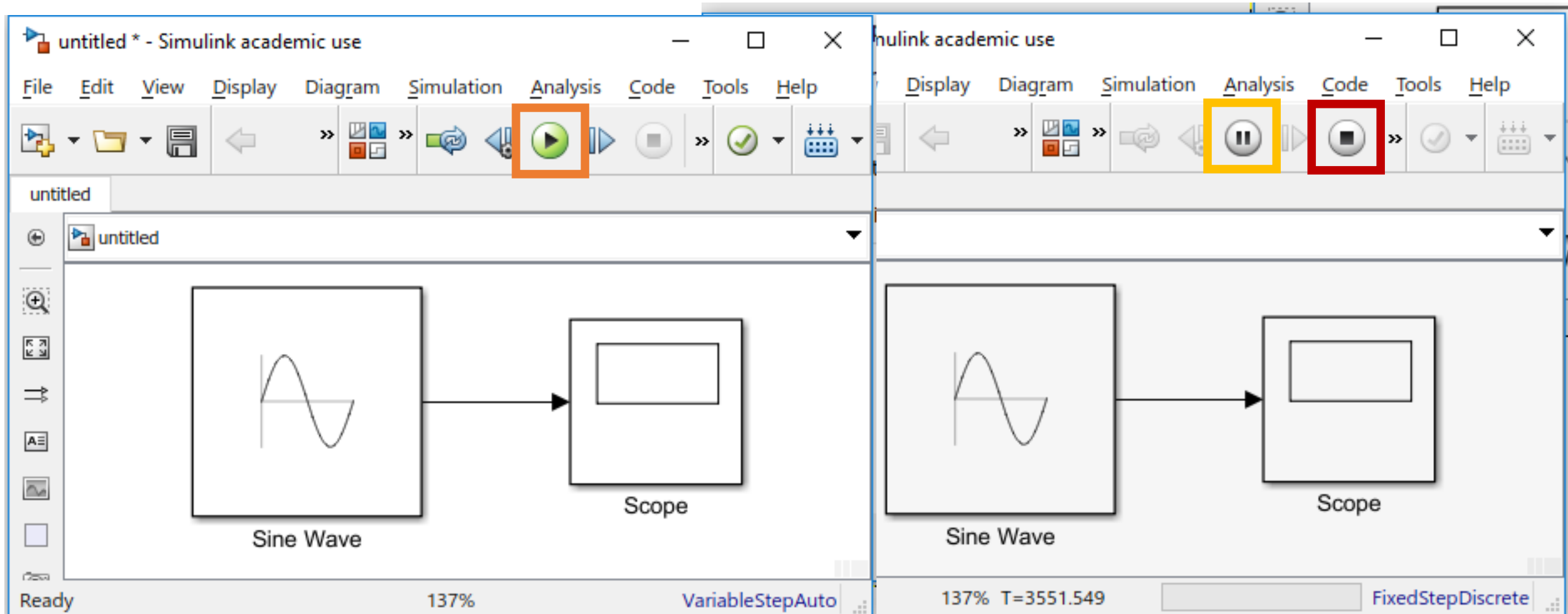
Simulink Parametri di Simulazione



Selezionando come tipo di solver ***Fixed-step***, tra i campi del menù a scomparsa ***Additional options*** comparirà la voce ***Fixed-step size (fundamental sample time)***.

Con questo campo si specifica il ***tempo che intercorre tra due passi di simulazione***. Tale tempo è espresso in **SECONDI**.

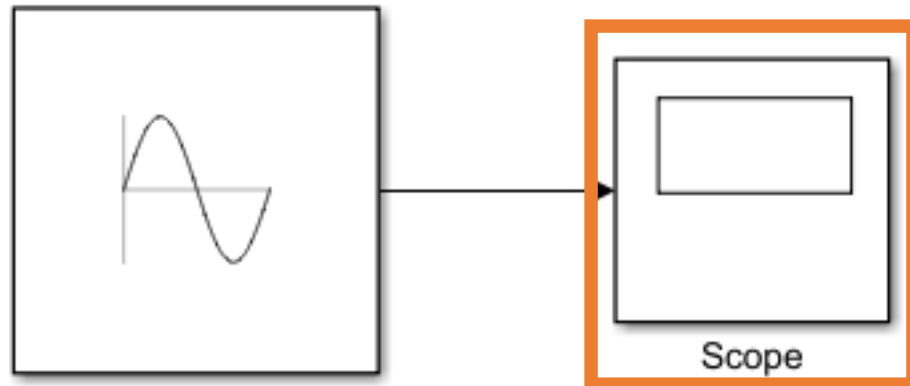
Simulink Start/Pause/Stop della Simulazione



Simulink Visualizzare i segnali generati dalla simulazione

Con un doppio click sull'oggetto **Scope** di cui vogliamo visualizzare il segnale viene aperta la relativa **finestra**, nella quale viene plottato il segnale generato durante la simulazione.

Se apriamo la finestra dello **Scope** **PRIMA** di lanciare la simulazione, possiamo notare come il segnale, lanciando la simulazione, viene plottato punto-punto ad ogni passo di simulazione.



Sine Wave

137%

VariableStep

