



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Fondamenti di Informatica

Simulink

Prof. Christian Esposito

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica e Gestionale (Classe I) A.A. 2017/18 MATLAB

Simulink

OUTLINE

- Simulink
 - Introduzione
 - Esempio



MATLAB è corredato da diversi toolbox, ossia pacchetti specializzati, che includono routine per applicazioni specifiche. Tra questi toolbox, Simulink realizza una interfaccia grafica per modellare i sistemi fisici.

Consiste nella possibilità di modellare, analizzare e simulare i sistemi matematici e fisici con la costruzione di diagrammi a blocchi. Ciò permette di modellare un sistema rapidamente, con chiarezza e senza il bisogno di scrivere righe di codice.

Simulink consente operazioni 'click-and-drag' da blocchi già esistenti, modificare velocemente i parametri dei modelli e visualizzare i risultati 'live' durante la simulazione.

Simulink è un sistema aperto, ovvero consente di scegliere, adattare e creare componenti software e hardware per soddisfare le proprie esigenze. Oltre alle potenzialità grafiche di MATLAB, le funzionalità di animazione migliorano la visualizzazione e offrono una visione più approfondita del comportamento del sistema col progredire della simulazione.

Per utilizzare Simulink bisogna lanciarne l'interfaccia, digitando simulink.

HOME PLOTS APPS	MAILAB R	Simulink Start Page	itio
Rew Open 10 Compare Import Save	SIMULINK*		
New Open Compare Import Save Open Variable ✓ Data Workspace Clear Workspace Clear Workspace FILE VARIABLE VARIABLE Import Save Clear Workspace Import Save Clear Workspace Import Save Clear Workspace Import Save Clear Workspace Import Save Variable Import Save Clear Workspace Import Save Clear Workspace Import Save Clear Workspace Import Save Command Window Name A Save Command Window Name A Simul File Import Save Simul fun_occorrenze.m funzione_prezzo.m Somma.m Speed.m Speed.m Somma.m	MATL resour .ink Projects Source Control Troive Troive	New Examples Search All Templates Image: Search All Templates Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image: Search Image	ore
Petails			



Simulink è un sistema aperto, ovvero consente di scegliere, adattare e creare componenti software e hardware per soddisfare le proprie esigenze. Oltre alle potenzialità grafiche di MATLAB, le funzionalità di animazione migliorano la visualizzazione e offrono una visione più approfondita del comportamento del sistema col progredire della simulazione.

Per utilizzare Simulink bisogna lanciarne l'interfaccia, digitando simulink. Oppure cliccare l'apposita icona.



Selezioniamo un modello vuoto

MALLAD KZU I Da				
SIMI II INK [®]	Simulink Start Page			
Recent	Search	All Templates 👻 🔍		
Projects Source Control	✓ My Templates	Learn More		
Archive	You have not created any templates. Learn	how to create templates.		
✓ Simulink				
	Blank Model			
	Blank Project			
	Digital Filter	and an and the second s		

Simulink

Selezioniamo un modello vuoto, e siamo pronti a lavorare.

Mini El Dinzo Fou		
Simulink Start Page	>> simulink	
SIMULINK	$f_{x} >> $ untitled	
C Open New Examples	File Edit View Display Diagram Simulation Analysis Code Tools H	lelp
Recent		□▷ 🗉 🖉 ▾ 🛛 » 🧭 ▾ 🛗 ▾
Projects	untitled	
Source Control VMy Templates	😁 🛅 untitled	•
Archive You have not created any ter		
✓ Simulink		
→ Blank Model		
Blank Project		
Not contain a dragent market and contain a dr		
Digital Filter	»	
	Ready 100%	VariableStepAuto



Lavorare in Simulink consiste nel disegnare un diagramma a blocchi che rappresenta il nostro sistema da modellare. Tali diagrammi possono essere presi da librerie già presenti, premendo la seguente icona:





Lavorare in Simulink consiste nel disegnare un diagramma a blocchi che rappresenta il nostro sistema da modellare. Tali diagrammi possono essere presi da librerie già presenti, premendo la seguente icona:



Simulink Library Browser					
💠 🖒 Enter search term 🔽 A 🗸 🕶	🍡 🕶 🖛 📀				
Simulink/Sources					
 Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Model Verification Model-Wide Utilities Ports & Subsystems Signal Attributes Signal Routing Sinks 	Band-Limited White Noise Clock Clock Counter Free-Running	Chirp Signal			
Sources		Constant			
User-Defined Functions Additional Math & Discrete Aerospace Blockset Audio System Toolbox Communications System Toolbox Computer Vision System Toolbox Control System Toolbox DSP System Toolbox	untitled.mat From File simin From Workspace	From Spreadsheet			

		Block Parameters: From Workspace			
	From Workspace				
ntitled * Code Tools	Read data values specified in timeseries, matrix, or structure format from the MATLAB workspace, model workspace, or mask workspace.				
	MATLAB timeseries format may be used for any data type, complexity, or fixed dimensions. To load data for a bus signal, use a MATLAB structure that matches the bus hierarchy and specify timeseries for each leaf signal.				
	For matrix formats, containing the corre	each row of the matrix has a time stamp in the first column and a vector sponding data sample in the subsequent column(s).			
	For structure format, use the following kind of structure: var.time=[TimeValues] var.signals.values=[DataValues] var.signals.dimensions=[DimValues]				
	Parameters				
	Data:				
	simin				
simin					
From Workspace	Output data type:	Inherit: auto >>			
	Sample time (-1 for	inherited):			
	0				
	V Internolate data				
	Enable zero-crossing detection				
	Extrapolation				
100%	0	OK Cancel Help Apply			
100/0					

Il primo passo è indicare la sorgente dei dati su cui lavorare. A questo scopo, Simulink già contenere un pacchetto Sources con al suo interno un insieme di blocchi per fornire dati di lavoro:

 una variabile del workspace o un file;

		Block Parameters: Sine Wave			
ed *	Sine Wave				
ode To	Output a si	ine wave:			
200	O(t) = Amp*Sin(Freq*t+Phase) + Bias				
0	Sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:				
	Samples per period = 2*pi / (Frequency * Sample time)				
	Number of	offset samples = Phase * Samples per period / (2*pi)			
	Use the sar overflow in	mple-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. absolute time) occur.			
	Parameters				
	Sine type:	Time based			
\land	Time (t):	Use simulation time			
Sine Wave	Amplitude	:			
	1				
	Bias:				
	0				
	Frequency	(rad/sec):			
	1				
	Phase (rad)):			
	0				
00%	Sample tim	ne:			
	0				
	0	OK Cancel Help Apply			

- una variabile del workspace o un file;
- funzioni matematiche;

	Block Parameters: Constant 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.			
	Main Signal Attributes			
	Constant value:			
1 >	1			
Constant Interpret vector parameters as 1-D				
	inf			
	OK Cancel Help Apply			

- una variabile del workspace o un file;
- funzioni matematiche;
- una costante.

	Block Parameters: Constant
	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.
	Main Signal Attributes
	Constant value:
1 🕨	1
Constant	✓ Interpret vector parameters as 1-D Sample time:
	inf
	OK Cancel Help Apply

- una variabile del workspace o un file;
- funzioni matematiche;
- una costante
- ed altro...

du/dt 🕽

Derivative



<u>1</u> s

dobbiamo Successivamente inserire una serie di blocchi di elaborazione dei dati:









du/dt

inserire una serie di blocchi di elaborazione dei dati: • Moltiplicare un dato per uno

dobbiamo

 Moltiplicare un dato per uno scalare;

Successivamente











- Moltiplicare un dato per uno scalare;
- Sommare, sottrarre o moltiplicare dei dati;



- Moltiplicare un dato per uno scalare;
- Sommare, sottrarre o moltiplicare dei dati;
- Fare confronti relazionali;

du/dt

Derivative

s

Integrator

Relationa Operator







- Moltiplicare un dato per uno scalare;
- Sommare, sottrarre o moltiplicare dei dati;
- Fare confronti relazionali;
- Effettuare derivazione ed integrazione dei segnali;



- Moltiplicare un dato per uno scalare;
- Sommare, sottrarre o moltiplicare dei dati;
- Fare confronti relazionali;
- Effettuare derivazione ed integrazione dei segnali;
- ed altro...

I Sim	nulink Library Browser
💠 🖒 sum 🔽 Aq 🕶	▶ ▼ □ ▼ + ?
Simulink/Sinks	
 Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Model Verification Model-Wide Utilities Ports & Subsystems Signal Attributes Signal Routing Sources User-Defined Functions Additional Math & Discrete Aerospace Blockset Audio System Toolbox Communications System Toolbox Computer Vision System Toolbox DSP System Toolbox 	Display Floating Out1 Scope Scope Stop Simulation Terminator untitled.mat To File To Workspace XY Graph

Infine i dati elaborati devono essere passati ad un Sink, ovvero in uscita al modello:

Sin	nulink Library Browser
💠 🖒 sum 🔽 Aq 🕶	▶ ▼ ▼ + ②
Simulink/Sinks	
 Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Model Verification Model-Wide Utilities Ports & Subsystems Signal Attributes Signal Routing Sources User-Defined Functions Additional Math & Discrete Aerospace Blockset Audio System Toolbox Communications System Toolbox Computer Vision System Toolbox DSP System Toolbox 	Display Floating Out1 Scope Scope Stop Simulation Terminator Untitled.mat To File To Workspace XY Graph

Infine i dati elaborati devono essere passati ad un Sink, ovvero in uscita al modello:

• Visualizzati in un diagramma;



		Sim	ulink Library	Browse	er		
💠 🖒 su	m	🖌 🖉	🔁 👻 🗁 👻	-= (?		
Simulink/S	Sinks						
 Simulin Com Con Dasi Disc Disc Logi Lool Matl Mod Port Sign Sink Sour Sink Sour Sour Sour Sour Sour Commutication Commutication Commutication Commutication Commutication Sour Commutication Commutication Sour Commutication Sour Sour<	k imonly Used Bloc tinuous hboard ontinuities rete c and Bit Operati- cup Tables n Operations lel Verification lel-Wide Utilities s & Subsystems al Attributes al Attributes al Attributes al Attributes cres r-Defined Functio itional Math & Dis ace Blockset system Toolbox unications System ter Vision System System Toolbox	ks ons screte Toolbox Toolbox Toolbox	Displa Displa Scope Vuntitled.m To Fil	ну 2: S аt е -	Floating Scope	∑ Out1 Terminator XY Graph	

Infine i dati elaborati devono essere passati ad un Sink, ovvero in uscita al modello:

- Visualizzati in un diagramma;
- Espostati in un file o in una variabile del workspace;

	I Sim	ulink Library Browser
	🖒 sum 🔽 Aq 🔻	▶ ▼ ■ ▼ + ②
Siı	nulink/Sinks	
	Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Model Verification Model-Wide Utilities Ports & Subsystems Signal Attributes Signal Routing Sinks Sources User-Defined Functions Additional Math & Discrete Aerospace Blockset Audio System Toolbox Communications System Toolbox Computer Vision System Toolbox Control System Toolbox	Display Floating Out1 Scope Scope Stop Simulation Terminator untitled.mat To File To Workspace XY Graph

Infine i dati elaborati devono essere passati ad un Sink, ovvero in uscita al modello:

- Visualizzati in un diagramma;
- Espostati in un file o in una variabile del workspace;
- ed altro...

Simulink Library Browser				
💠 🖒 sum 🔽 Aq 🕶	▶ • • ?			
Simulink/Sinks				
 Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Model Verification Model-Wide Utilities Ports & Subsystems Signal Attributes Signal Routing Sources User-Defined Functions Additional Math & Discrete Aerospace Blockset Audio System Toolbox Communications System Toolbox Computer Vision System Toolbox DSP System Toolbox 	Display Floating Out1 Scope Scope Stop Simulation Terminator Untitled.mat To File To Workspace XY Graph			

Infine i dati elaborati devono essere passati ad un Sink, ovvero in uscita al modello:

- Visualizzati in un diagramma;
- Espostati in un file o in una variabile del workspace;
- ed altro...

I blocchi devono essere collegati per mezzo di una linea monodirezionale che rappresenta il flusso dei dati tra i blocchi.

La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Impieghiamo Simulink per la risoluzione: l'input del modello è la variabile libera t, con valori tra 0 e 5, pertanto è rappresentabile da una funzione rampa.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Modelliamo la funzione x(t), come la moltiplicazione di 6t e sin(5t).



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Integro due volte la funzione ottenuta.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Collego il Sink di plot al flusso dati della prima integrazione e a quello della seconda integrazione.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Avvio la simulazione per l'intervallo da 0 a 5, impostando i parametri della simulazione.





La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Avvio la simulazione per	Configuration Parameters: untitled/Configuration (Active) Commonly Used Parameters = All Parameters		
File Edit View Display Diagram Simulation Ar Title Edit View Display Display Diagram Simulation Ar Title Edit View Display Displ	Select: Data Import/Export Optimization Model Referencing Simulation Target Ocde Generation HDL Code Generation	Simulation time Start time: 0.0 Solver options Type: Variable-step Additional options	Stop time: 5[0 Solver: auto (Automatic solver selection)
			OK Cancel Help Apply
	Simulink		33/39

La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

Avvio la simulazione per l'intervallo da 0 a 5, impostando i parametri della simulazione.



Avvio la simulazione



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

A simulazione conclusa è possibile cliccare sui due Scope per vedere i grafici ottenuti.



Simulink

La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

A simulazione conclusa è possibile cliccare sui due Scope per vedere i grafici ottenuti.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.

In alternativa è possibile fondere i due segnali con un blocco mux e visualizzarli entrambi in un unico diagramma.



La posizione di un oggetto è una funzione del tempo data da $x(t) = 6t \sin(5t)$. Rappresentate la velocità e l'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo per $0 \le t \le 5$.



Riferimenti

- Capitolo 10
 - Paragrafi 1 [Schemi di Simulazione], e 2 [Introduzione a Simulink].