

SIMSCAPE MULTIBODY

Simscape là phần mềm trong simulink dùng để mô phỏng và điều khiển trực tiếp các hệ thống vật lý không cần dùng các phương trình toán học.

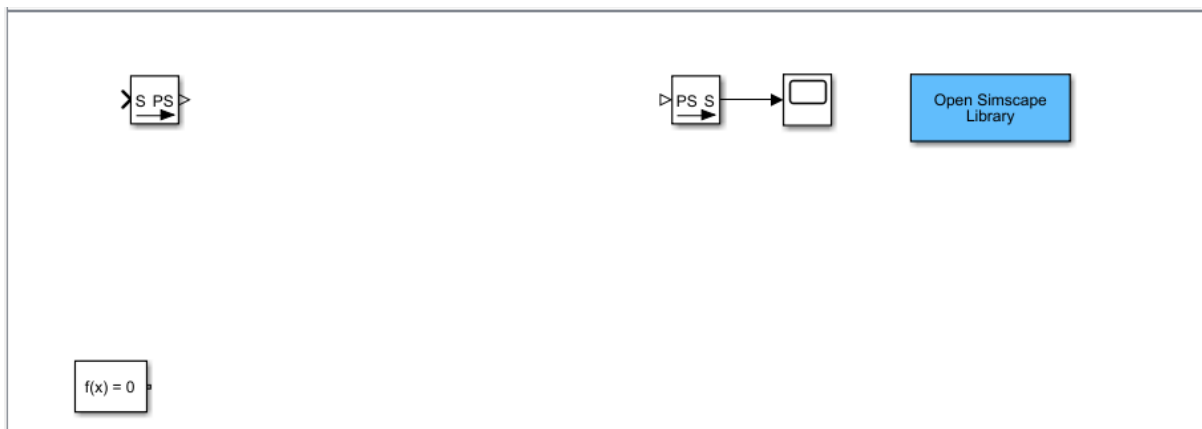
Có thể mô phỏng các hệ cơ điện, thủy khí...

I MÔ PHỎNG HỆ MASS SPRING DAMPER

1/ Tạo mô hình vật lý

>> ssc_new

Cửa sổ tạo model simscape mở ra với các phần tử cơ bản



Simulink-PS Converter block ghép nối simulink với hệ thống vật lý , PS-Simulink Converter block ghép hệ thống vật lý với simulink. Khối OpenSimscape Library cung cấp các khối thư viện. Khối $f(x)=0$ cài đặt bộ tính toán solver.

Bấm vào OpenSimscape Library

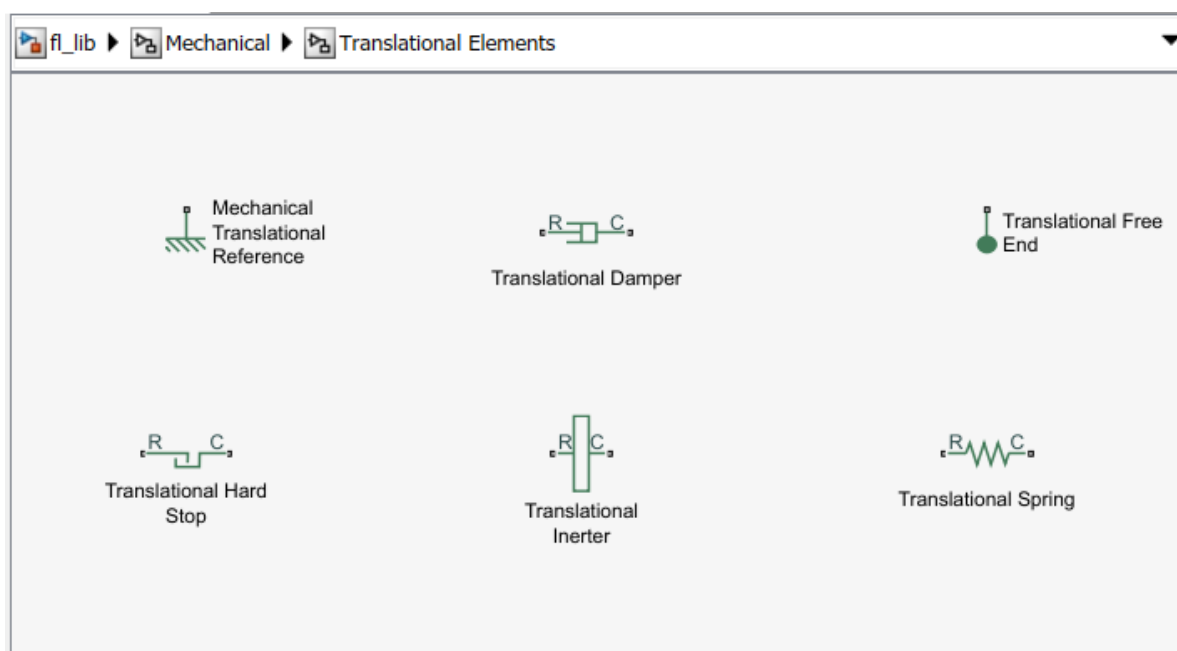
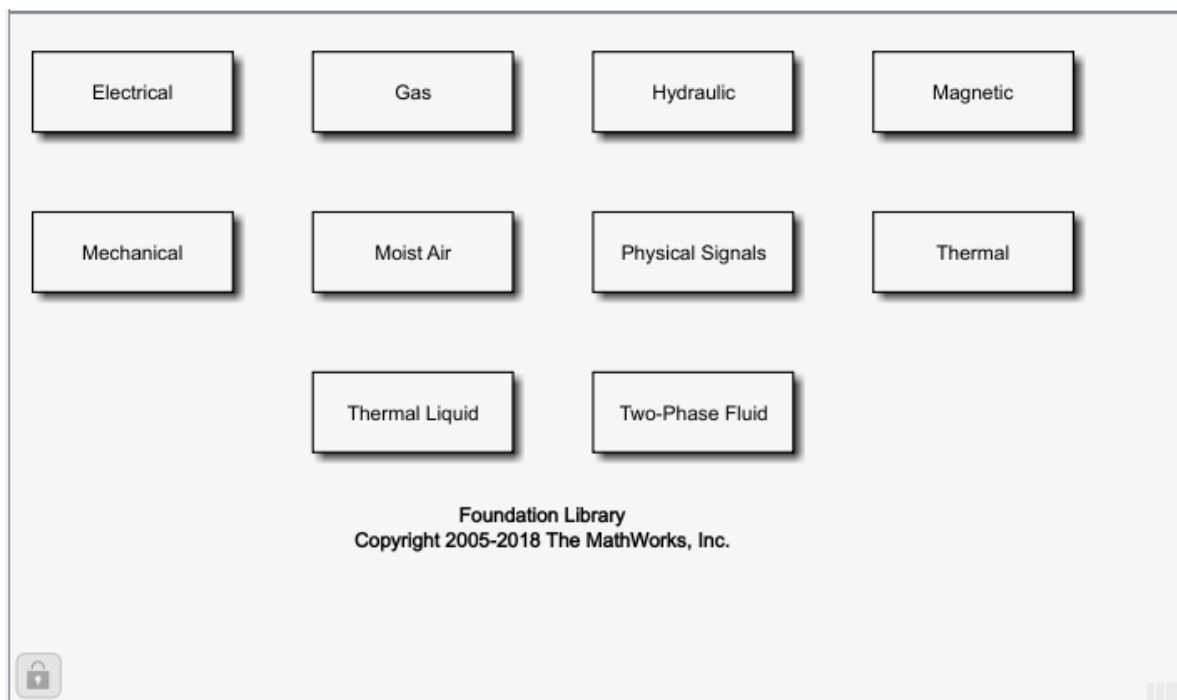


2/ Tạo các khối vật lý

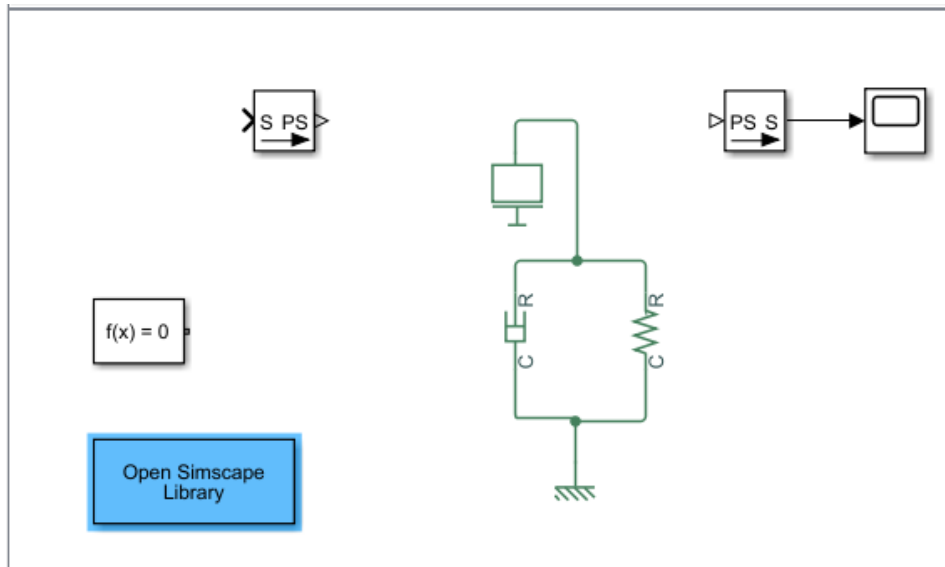
Giả sử mô phỏng hệ thống cơ mass damper spring :

Foundation Library > Mechanical > Translational Elements library.





Chép các khối Mass, Translational Spring, Translational Damper, và Mechanical Translational Reference vào cửa sổ mô hình. Kết nối các khối. Quay khối: chọn khối rồi bấm **Ctrl+R**.



Bấm vào các khối để cài đặt giá trị

Block Parameters: Mass

Mass
The block represents an ideal mechanical translational mass.

The block has one mechanical translational conserving port. The block positive direction is from its port to the reference point. This means that the inertia force is positive if mass is accelerated in positive direction.
[Source code](#)

Settings

Parameters Variables

Mass:

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Translational Damper

Translational Damper
The block represents an ideal mechanical translational viscous damper.

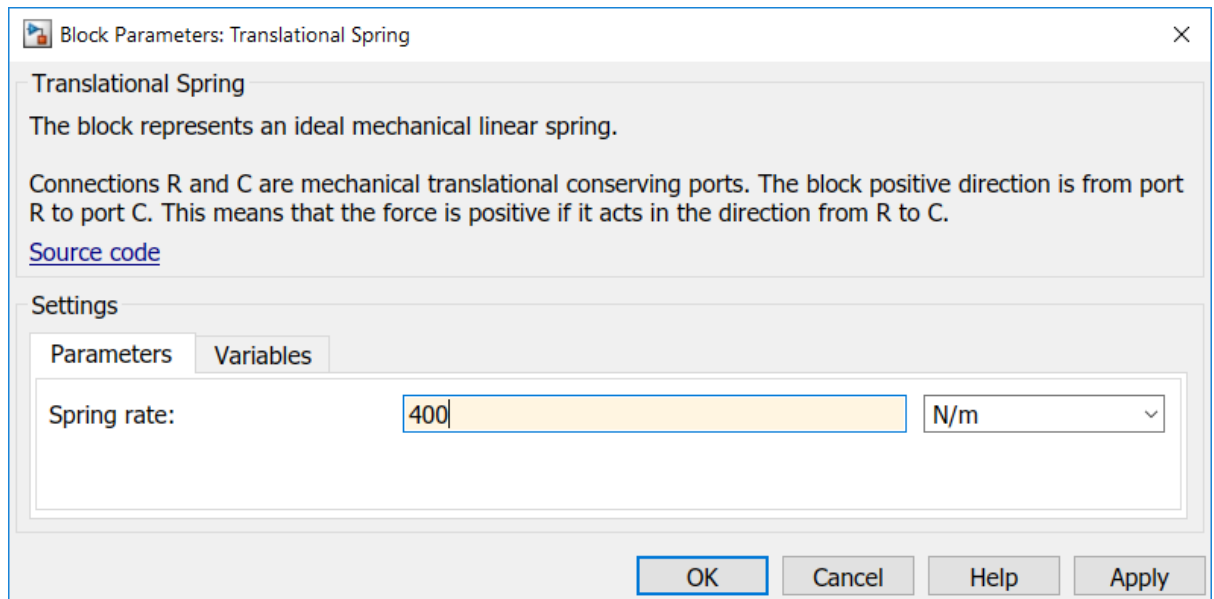
Connections R and C are mechanical translational conserving ports, with R representing the damper rod, while C is associated with the damper case. The block positive direction is from port R to port C.
[Source code](#)

Settings

Parameters Variables

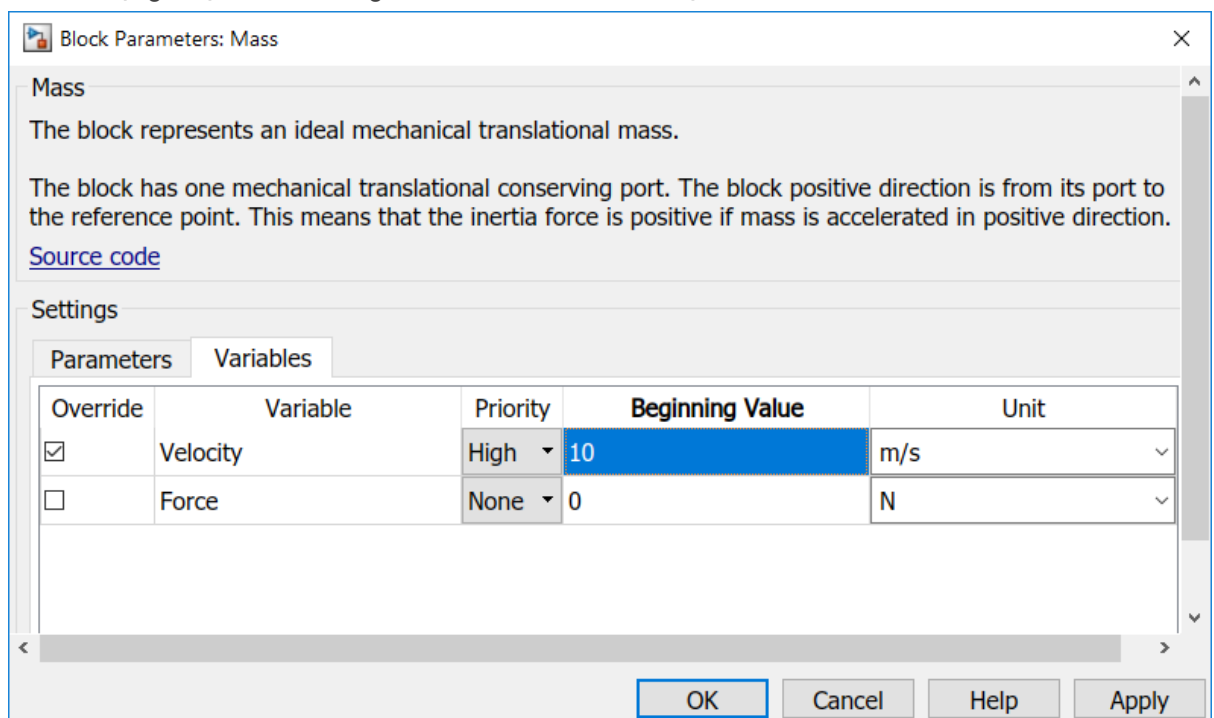
Damping coefficient:

OK Cancel Help Apply



Lưu file dưới tên, ví dụ msd.slx

Cài đặt giá trị ban đầu bằng cách bấm vào khối rồi chọn Variables



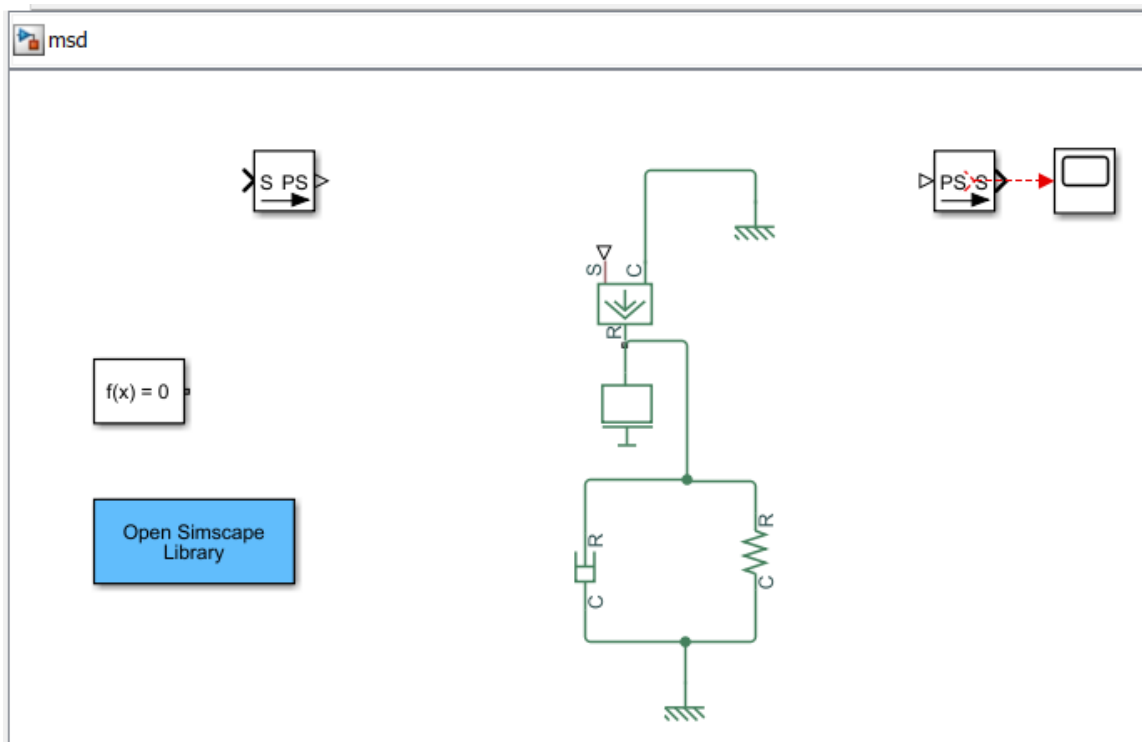
3/ Thêm nguồn

Thêm lực, điện áp, áp suất vào hệ thống

Mở Foundation Library > Mechanical > Mechanical Sources library.

Thêm Ideal Force Source block vào mô hình, kết nối các khối với nhau

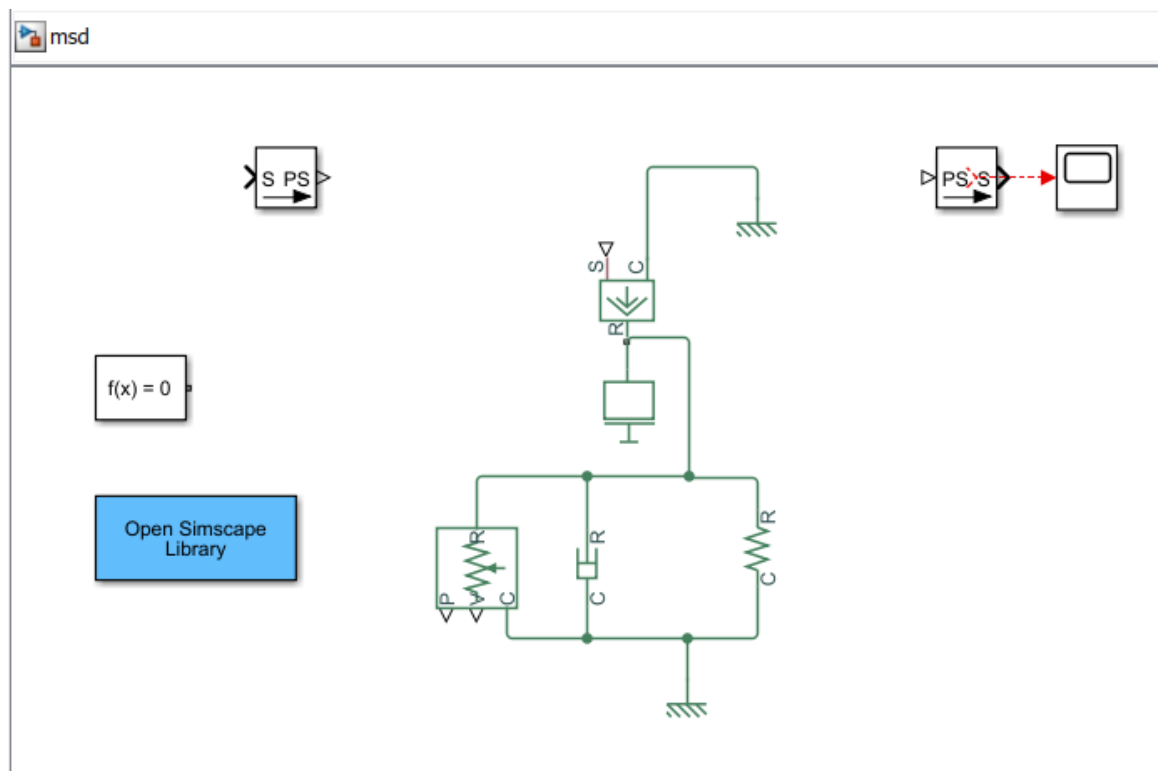
Copy Translational Reference sang chỗ khác để nối với port C của Force Source



4/ Thêm cảm biến đo lường

Simulink > Foundation Library > Mechanical > Mechanical Sensors library.

Thêm Ideal Translational Motion Sensor block, nối với khối Mass và .Translational Reference

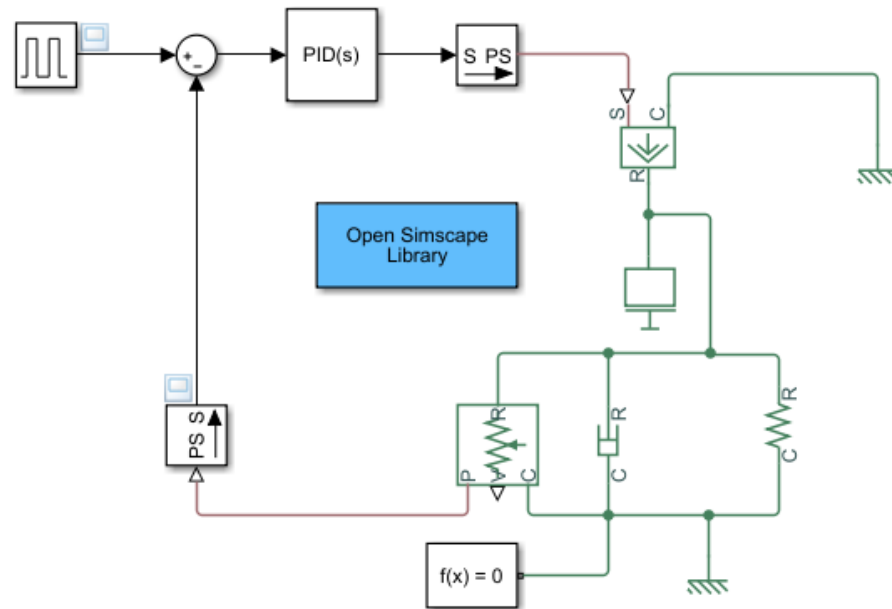


5/ Nối khối vật lý với Simulink

Nối ngõ ra khối Simulink-PS Converter đến port vào S của khối Force Source.

Nối port P của khối Motion Sensor đến ngõ vào của khối PS-Simulink Converter
Nối khối Solver Configuration vào Mechanical Translational Reference

6/ Thêm bộ điều khiển từ simulink vào sơ đồ



6/ Chỉnh thông số phát xung và PID

7/ Quan sát

Kích chuột phải vào ngõ vào cộng của bộ hiệu số, chọn

Create & Connect Viewer > Simulink > Scope.

Kích chuột phải vào ngõ vào trừ của bộ hiệu số, chọn **Connect To Viewer > Scope**

8/ Chạy mô phỏng

Bấm nút Run, sau khi mô phỏng xong bấm Viewer: Scope

Bấm chuột phải vào một phần tử nào đó của mô hình chọn Simscape > View simulation data > simlog

Block Parameters: PID Controller

Proportional (P): 700

Integral (I): 4000

Derivative (D): 15

Filter coefficient (N): 100

Select Tuning Method: Transfer Function Based (PID Tuner App) Tune...

Initial conditions

Source: internal

Integrator: 0

Filter: 0

External reset: none

☐ Ignore reset when linearizing

☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply

$$P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}$$

Block Parameters: Pulse Generator

`Y(t) = Amplitude`
`else`
`Y(t) = 0`
`end`

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 0.5

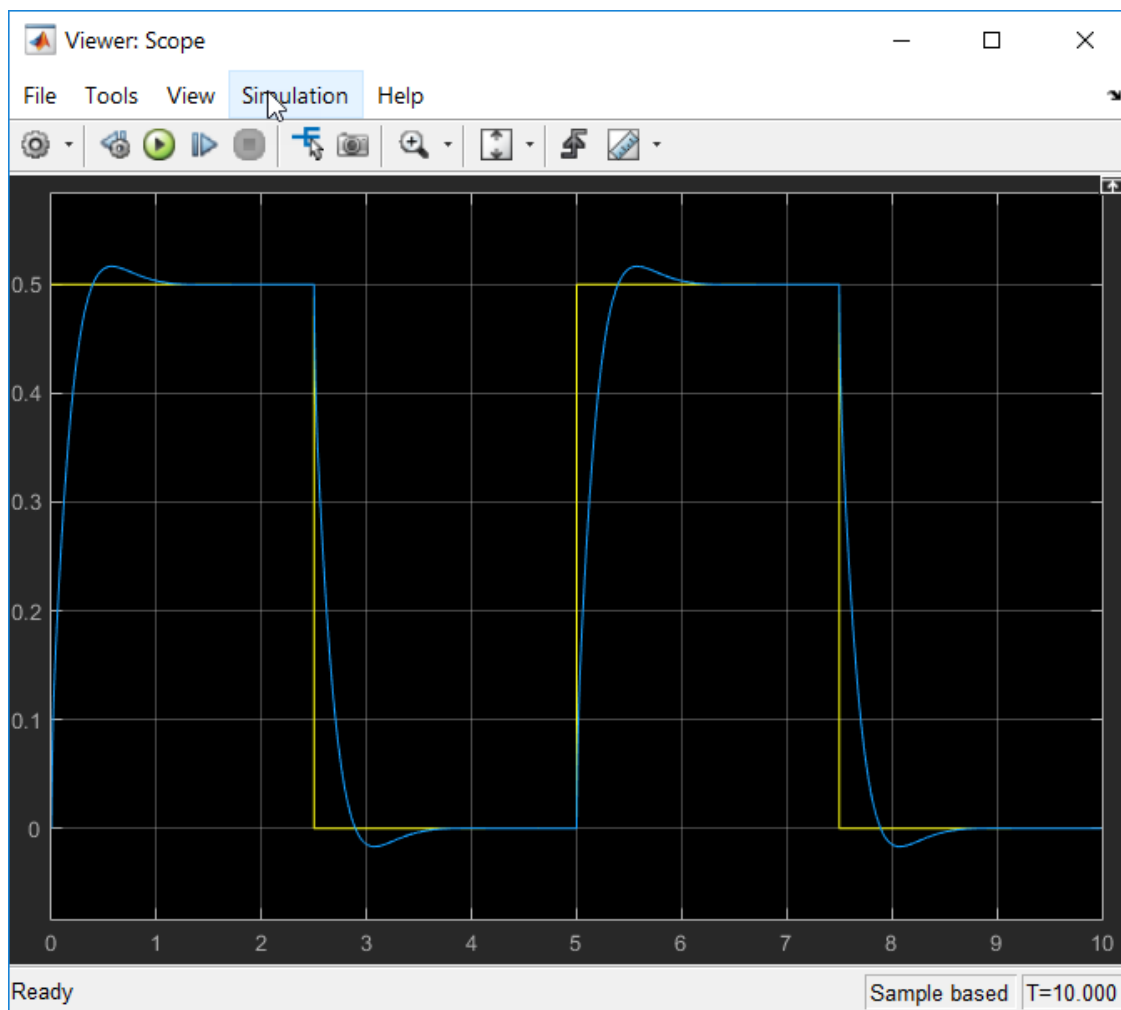
Period (secs): 5

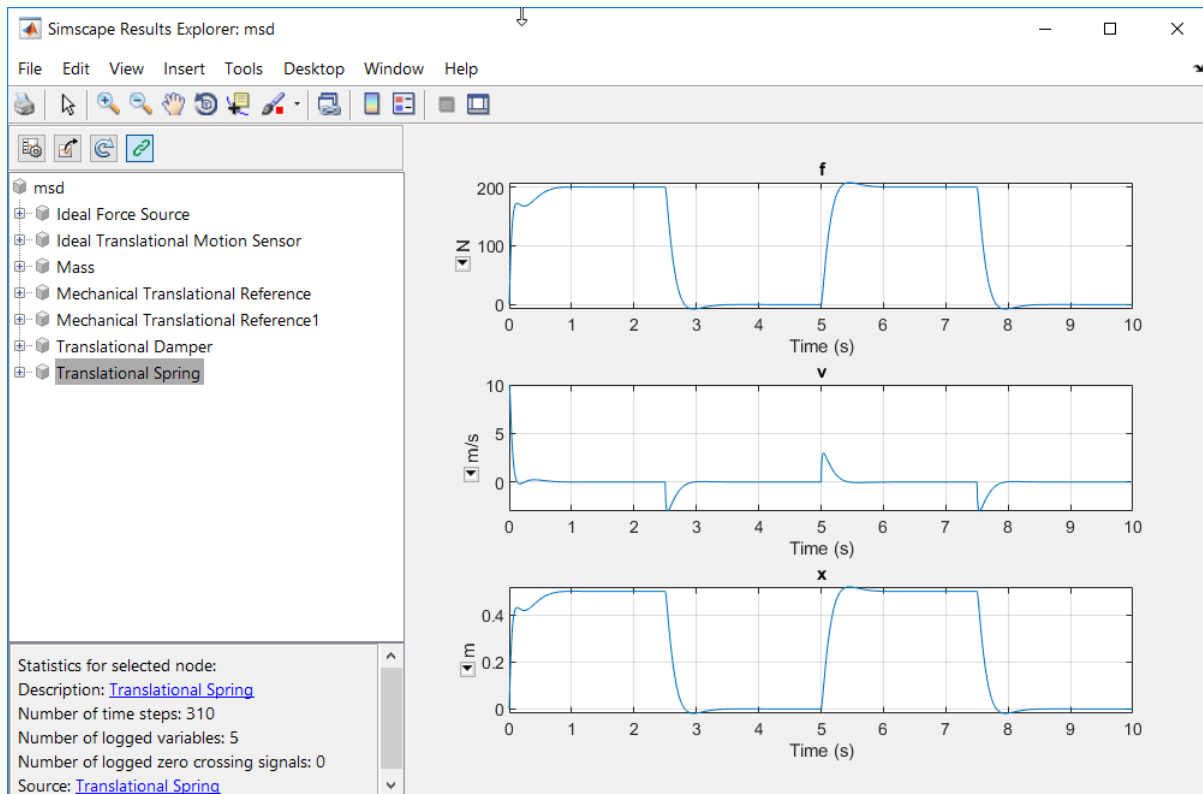
Pulse Width (% of period): 50

Phase delay (secs): 0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

OK Cancel Help Apply



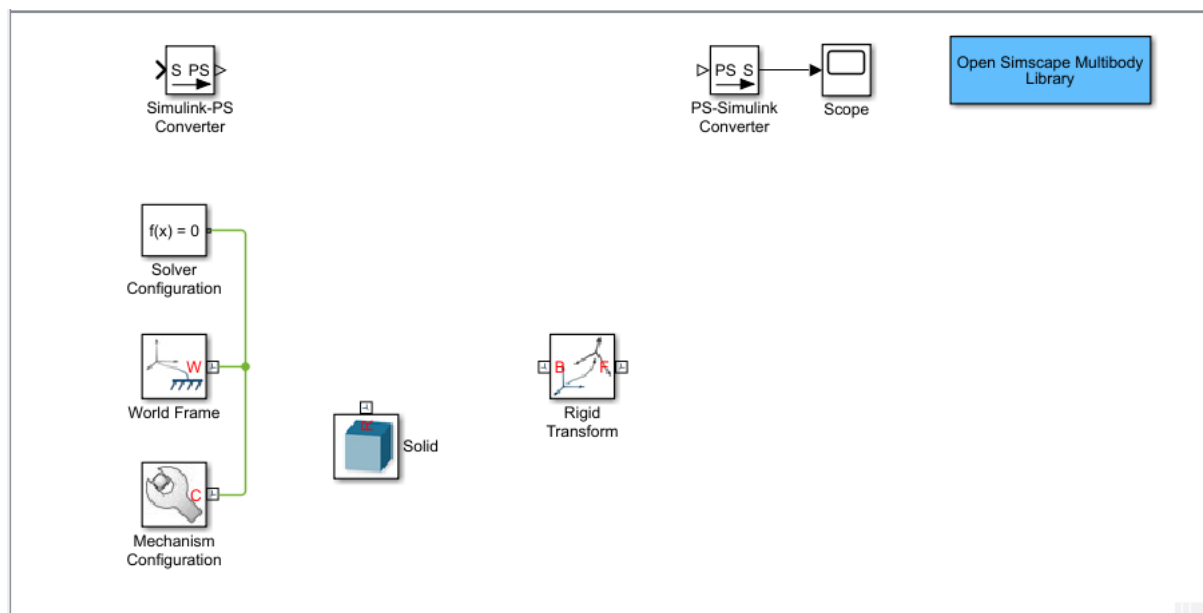


II SIMSCAPE MULTIBODY

Simscape Multibody dùng để mô phỏng và điều khiển hệ nhiều vật cơ khí trong không gian 3D, ví dụ như robot, thiết bị xây dựng, hệ nhún của xe, hệ thống hạ cánh của máy bay...

1/ Tạo mô hình Simscape Multibody

>>smnew



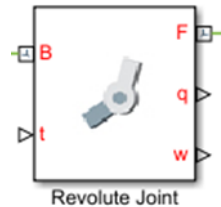
World Frame: hệ tọa độ cố định chuẩn, trục x: màu R, y: G, z: B

Mechanism Configuration: cài đặt gia tốc trọng trường g và linearization delta

Rigid Transform: phép biến đổi quay và tịnh tiến giữa hai hệ trục.

Solid: khối rắn bao gồm hình học (hình dạng, kích thước), quán tính, khối lượng, đồ họa, màu sắc, hệ trục (frame)

Revolute joint, quay quanh trục z của Base, có thể cài đặt, torque input t , angular q và angular speed w output

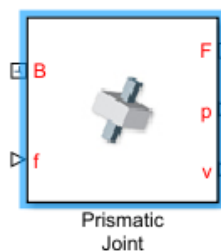


Properties

Z Revolute Primitive (Rz)		
State Targets		
Specify Position Target	<input type="checkbox"/>	
Specify Velocity Target	<input type="checkbox"/>	
Internal Mechanics		
Equilibrium Position	0	deg
Spring Stiffness	0	N*m/deg
Damping Coefficient	0	N*m/(deg/s)
Actuation		
Torque	Provided by Input	
Motion	Automatically Computed	
Sensing		
Position	<input checked="" type="checkbox"/>	
Velocity	<input checked="" type="checkbox"/>	
Acceleration	<input type="checkbox"/>	
Angular T	<input type="checkbox"/>	

OK Cancel Help Apply

Prismatic Joint: di chuyển tịnh tiến theo trục z frame B, ngõ vào là lực f , ngõ ra vị trí p và vận tốc v

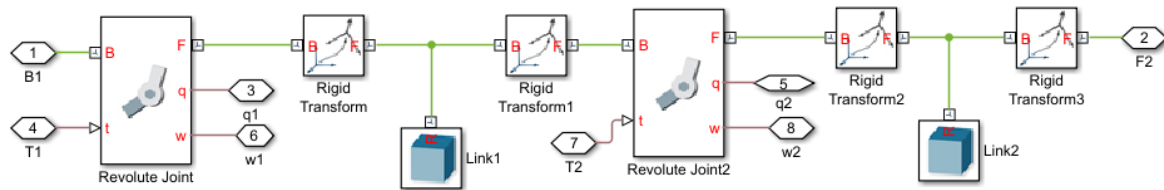


Properties	
Force	Provided by Input
Motion	Automatically Computed
Sensing	
Position	<input checked="" type="checkbox"/>
Velocity	<input checked="" type="checkbox"/>
Acceleration	<input type="checkbox"/>
Actuator Force	<input type="checkbox"/>
Composite Force/Torque Sensing	
Direction	Follower on Base
Resolution Frame	Base
Constraint Force	<input type="checkbox"/>
Constraint Torque	<input type="checkbox"/>
Total Force	<input type="checkbox"/>
Total Torque	<input type="checkbox"/>

OK Cancel Help Apply

2/ Tạo mô hình robot hai bậc tự do RR

Add Revolute joint, Rigid Transform và Solid như hình dưới



Revolute Joint 1 và 2

Properties	
Z Revolute Primitive (Rz)	
State Targets	
Internal Mechanics	
Equilibrium Position	0 rad
Spring Stiffness	0 N*m/deg
Damping Coefficient	0 N*m/(deg/s)
Actuation	
Torque	Provided by Input
Motion	Automatically Computed
Sensing	
Position	<input checked="" type="checkbox"/>
Velocity	<input checked="" type="checkbox"/>

Cài đặt khối Solid Link1 và Link 2

Properties			
▢ Geometry			
Shape	Brick		▼
Dimensions	[L1 W1 H1]	cm	▼
▢ Inertia			
Type	Calculate from Geometry		▼
Based on	Density		▼
Density	rho1	g/cm^3	▼
⚙ Derived Values		Update	
▢ Graphic			
Type	From Geometry		▼
▢ Visual Properties	Simple		▼
Color	rgb1		

Properties			
▢ Geometry			
Shape	Brick		▼
Dimensions	[L2 W2 H2]	cm	▼
▢ Inertia			
Type	Calculate from Geometry		▼
Based on	Density		▼
Density	rho2	g/cm ^ 3	▼
▢ Derived Values		Update	
▢ Graphic			
Type	From Geometry		▼
▢ Visual Properties	Simple		▼
Color	rgb2		

Cài đặt Rigid Transform

Properties			
Rotation			
Method	None		▼
Translation			
Method	Standard Axis		▼
Axis	+X		▼
Offset	L1/2	cm	▼

Cài đặt Rigid Transform1

Properties		
Rotation		
Method	None	
Translation		
Method	Standard Axis	
Axis	+X	
Offset	L1/2	cm

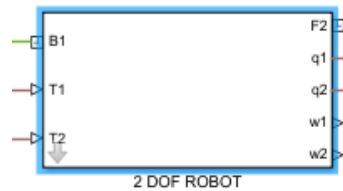
Cài đặt Rigid Transform2

Properties		
Rotation		
Method	None	
Translation		
Method	Standard Axis	
Axis	+X	
Offset	L2/2	cm

Cài đặt Rigid Transform3

Properties	
Rotation	
Method	None
Translation	
Method	Standard Axis
Axis	+X
Offset	L2/2 cm

Chọn các khối trên rồi tạo Subsystem 2DOF ROBOT, Mask, Edit Mask



Dialog box		
Type	Prompt	Name
	%<MaskType>	DescGroupVar
A	%<MaskDescription>	DescTextVar
	Parameters	ParameterGroupVar
#1	Length1 (cm)	L1
#2	Length2	L2
#3	Width1	W1
#4	Width2	W2
#5	Thickness1	H1
#6	Thickness2	H2
#7	Density1 (g/cm ³)	rho1
#8	Density2	rho2
#9	Color1	rgb1
#10	Color2	rgb2

Block Parameters: 2 DOF ROBOT

Subsystem (mask)

Parameters

Length1 (cm)

Length2

Width1

Width2

Thickness1

Thickness2

Density1 (g/cm³)

Density2

Color1

Color2

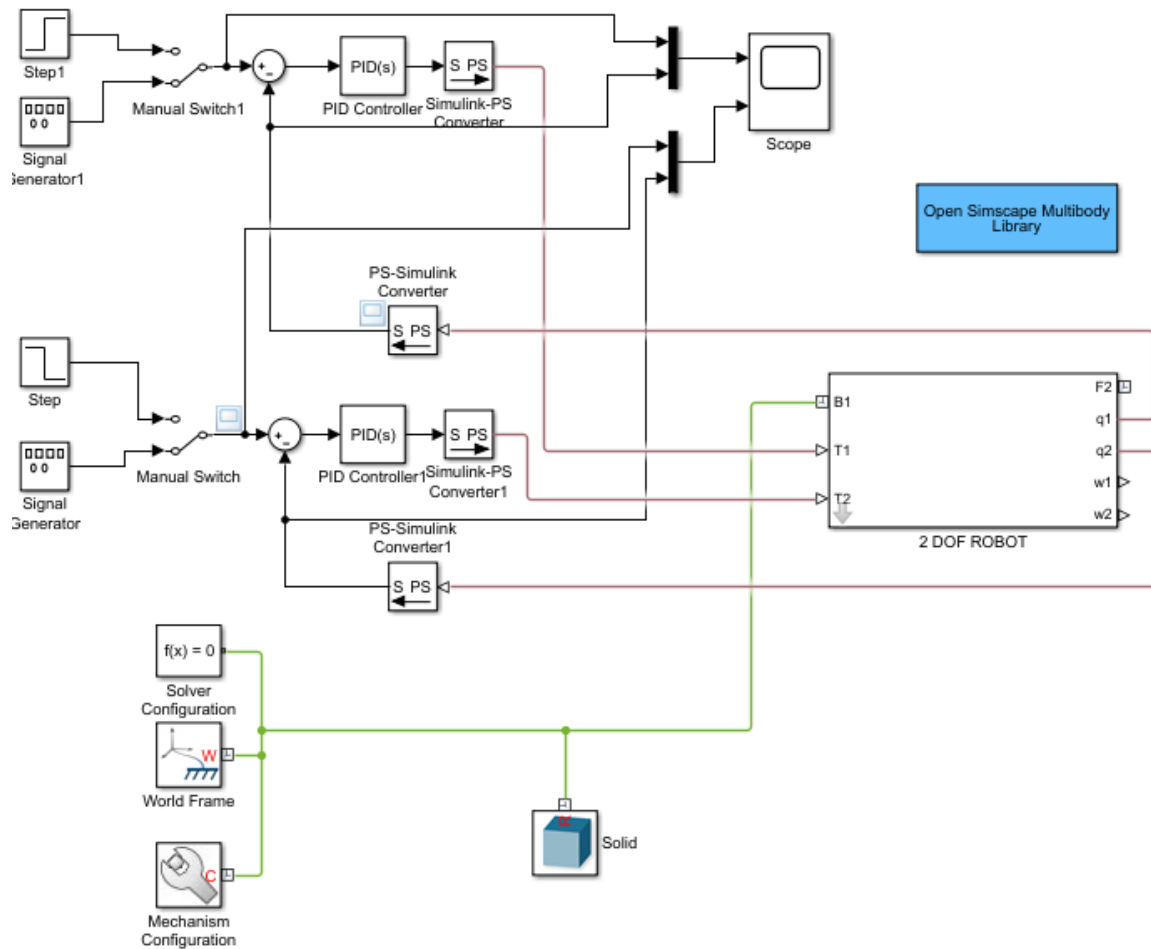
OK Cancel Help Apply

Cài đặt Gravity trong Mechanism Configuration là $[0 \ -9.81 \ 0]$ theo trục y âm vì trục z nằm ngang

Properties

<input checked="" type="checkbox"/> Uniform Gravity	Constant		▼
Gravity	<input type="text" value="[0 -9.81 0]"/>	m/s ²	▼
Linearization Del...	<input type="text" value="0.001"/>		

Tạo sơ đồ simulink điều khiển hai link theo thuật toán PID

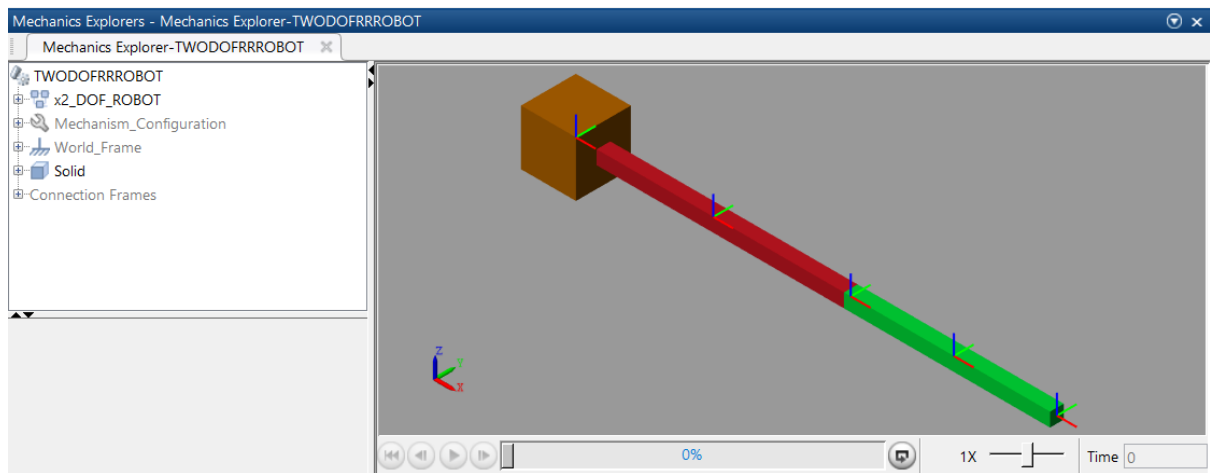


Cài đặt khối Solid

Properties			
Geometry			
Shape	Brick		
Dimensions	[4 4 4]	cm	
Inertia			
Type	Calculate from Geometry		
Based on	Density		
Density	1	g/cm^3	
Derived Values		Update	
Graphic			
Type	From Geometry		
Visual Properties	Simple		
Color	[0.8 0.45 0.0]		

Vào Simulation Model Configuration Parameters, Solver tab, set the Solver parameter to ode15s (stiff/NDF), Max step size to 0.01 and click OK.

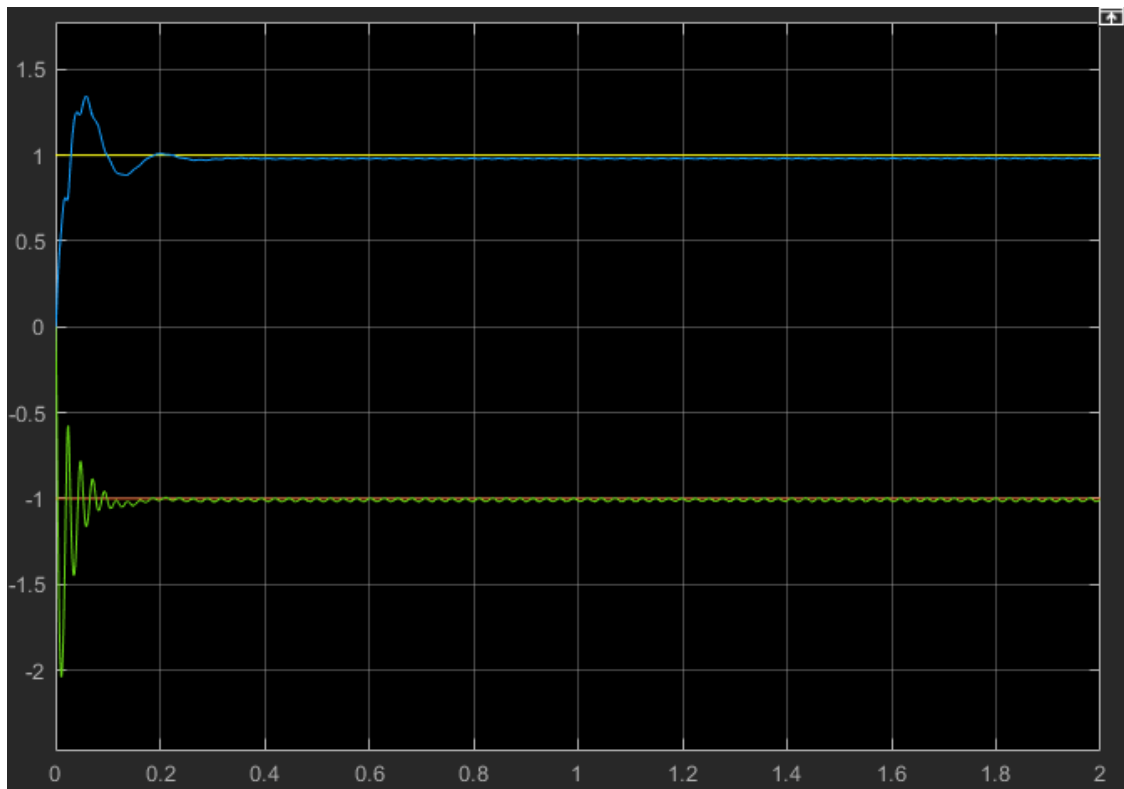
Bấm Simulink Update Diagram, cửa sổ Mechnics Explorer mở ra



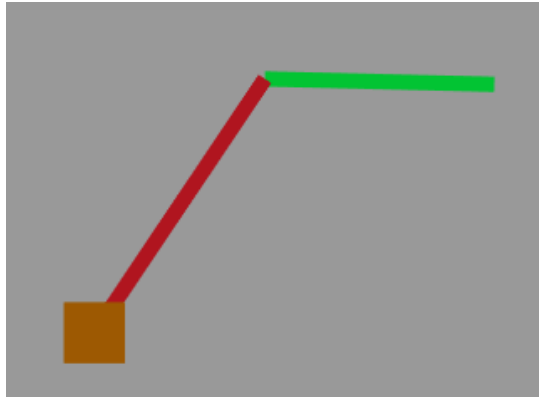
Chọn thông số PID1: $P=5$, $I=0.15$, $D=0.1$

Chọn thông số PID2: $P=3.5$, $I=0.15$, $D=0.1$

Bấm Run quan sát Scope



Vào Mechanics Explorer, View convention: Y up (XY Front), Select Standard View Front View. Bấm nút Play



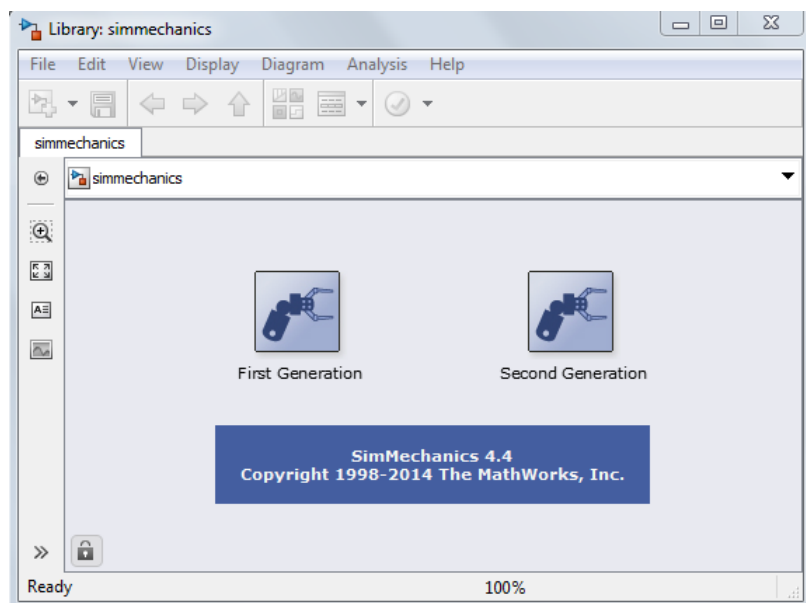
Save model TwoDOFRRROBOT.xls

III Export 3D CAD

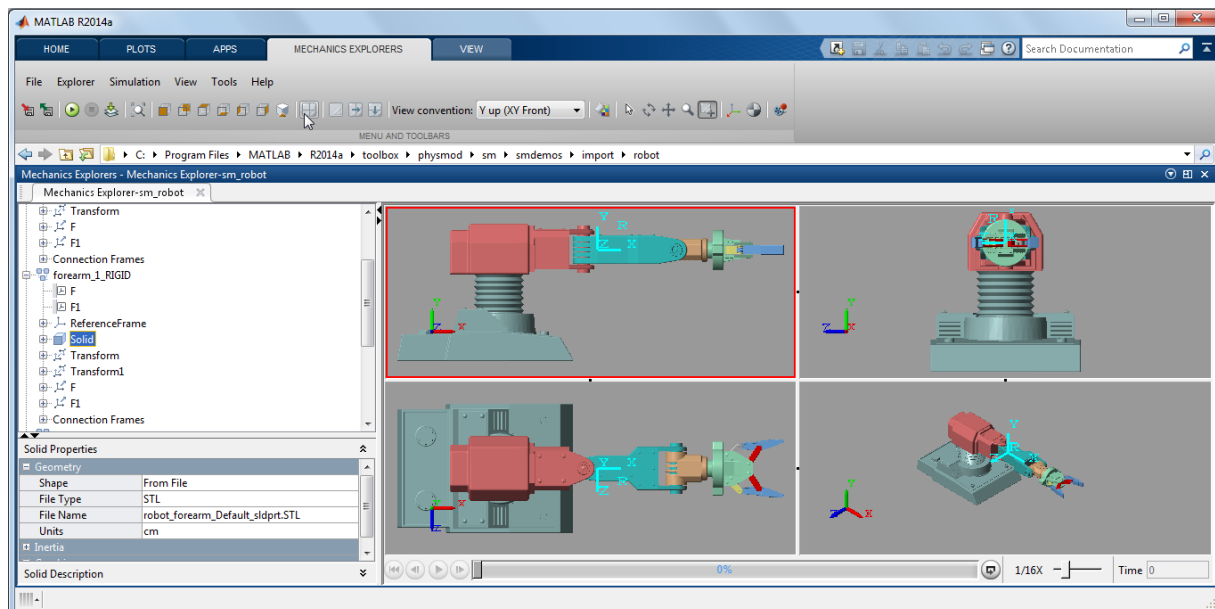
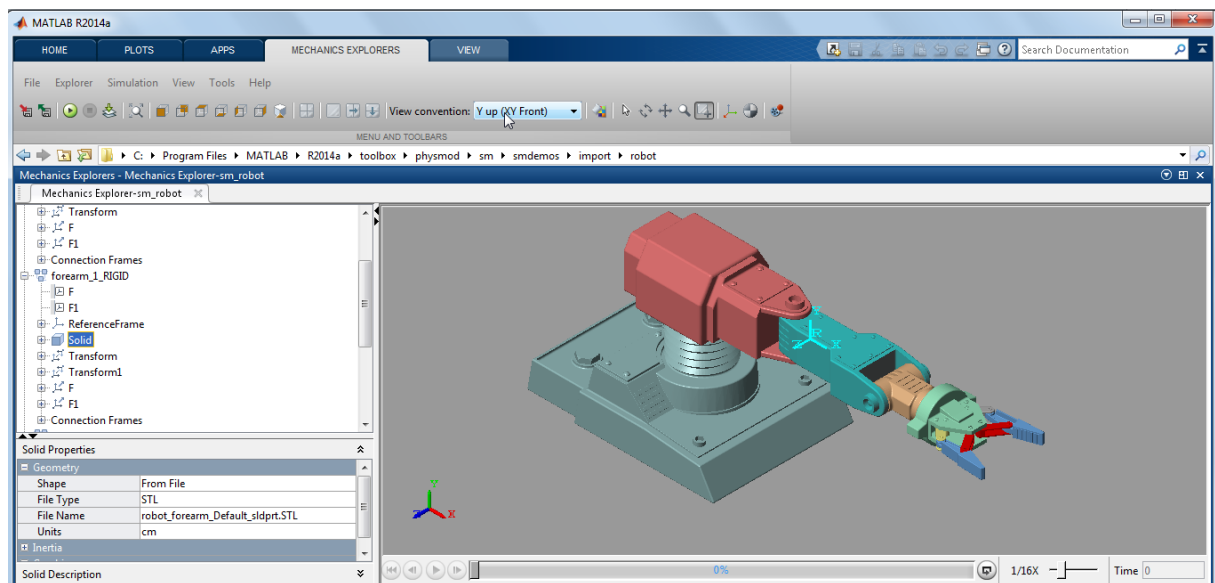
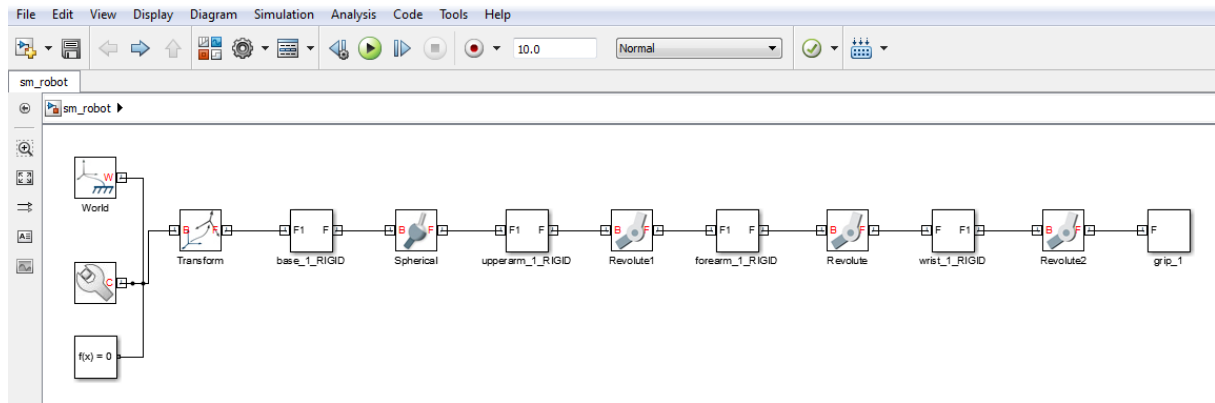
Các chi tiết 3D thường được thiết kế bởi các phần mềm như SolidWorks, Inventor, file thiết kế có thể được export vào Simscape để thêm các bộ điều khiển, mô phỏng thuật toán ...

Phần mềm CAD (Computer Aided Design) export sơ đồ cơ khí ra file *.xml, SimScape MultiBody import file này và ta có thể thêm phần điều khiển vào, ta chạy mô phỏng trên nền Matlab với các thuật toán điều khiển khác nhau. File xml chứa các file mô tả chi tiết các khối và sơ đồ lắp ráp các khối với nhau

Matlab có sẵn file sm_robot.xml trong thư mục \toolbox\ physmod\ sm\smdemos\ import\robot\, trong cửa sổ lệnh ta gõ smimport('sm_robot.xml') để nhập mô hình, SimMechanics mở ra cửa sổ trình bày sơ đồ kết nối của robot, bấm Simulation>Update Diagram, cửa sổ Mechanics Explorer mở ra trình bày hình dáng robot, bấm chọn View convention Y up (XY Front), chọn view point để thay đổi góc nhìn. Vào cửa sổ simulink chọn Simulation →Run, trở lại cửa sổ Mechanics Explorer quan sát chuyển động robot dưới tác động của trọng lực. Sau đó ta sẽ thêm bộ điều khiển vào sơ đồ simulink,

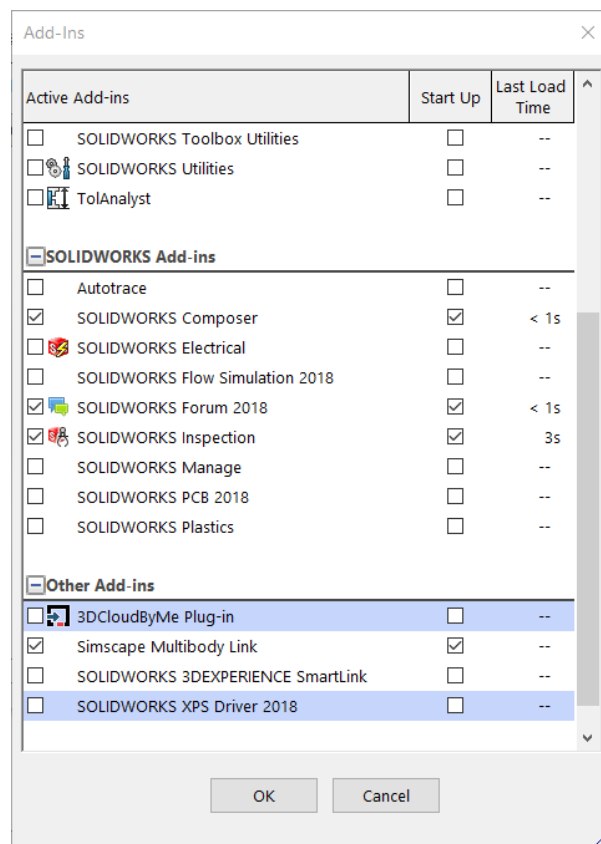


Hình 5.1 Thư viện SimMechanics



Phần mềm hay sử dụng là SolidWorks, để cho solidworks liên kết với matlab simulink ta làm như sau:

Download Simscape Multibody Link cùng version với Matlab ví dụ smlink.r2018a.win64.zip và install_addon.m ở địa chỉ https://www.mathworks.com/products/simmechanics/download_smlink.html lưu vào folder ví dụ d:/addon



Run Matlab as Administrator

Add path folder đã lưu hai file trên ví dụ >> addpath('addon')

>> install_addon(' smlink.r2018a.win64.zip ')

>> regmatlabserver

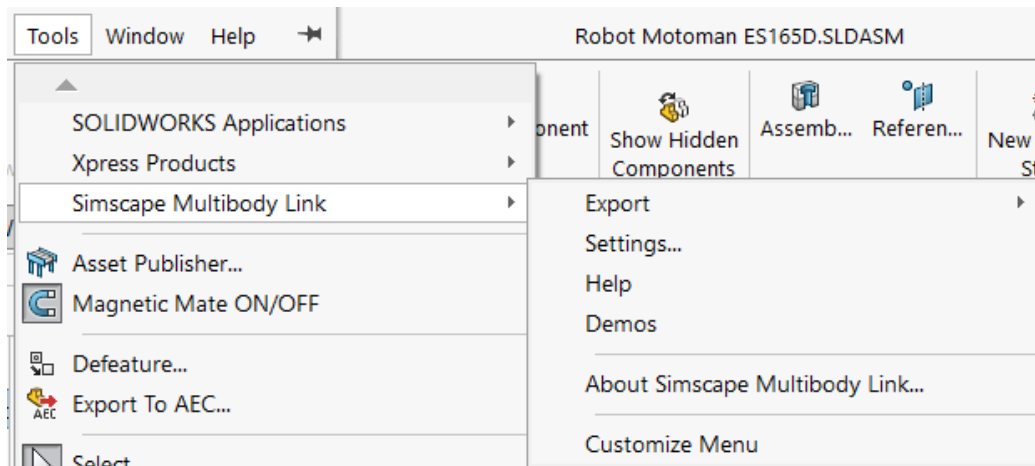
>> smlink_linksw

Mở Solidworks, vào Options Add_Ins chọn Simscape MultiBody Link.

Để export file xml sang simulink ta theo các bước sau:

Trong Solidworks File Open chuyển đến thư mục chứa file CAD, mở một file *. SLDASM

Vào Menu bar Solidworks Tools chọn **Simscape Multibody Link > Export > Simscape Multibody Simscape Multibody...save as ...**



Simscape Multibody Link tích hợp bản vẽ lắp ráp và chi tiết 3D CAD (Computer Aided Design) với hệ thống điện, thủy khí, điều khiển, bao gồm khối lượng, quán tính, trọng tâm và mô phỏng toàn bộ trong simulink.

File*.SLDASM cho biết cách lắp ráp chi tiết với nhau, File*.SLDDRW là bản vẽ cùng với kích thước hình học, các chi tiết trong file *.SLDPRT.

Matlab chứa file xml mẫu trong thư mục <MATLAB Root>\toolbox\physmod\smlink\smlinkdemos\...solidworks\robot.

Name		↑Ext
[.]		
grip		SLDASM
robot		SLDASM
robot		SLDDRW
base		SLDPRT
fingertips		SLDPRT
firstfingerlink		SLDPRT
firstfingerlinkL		SLDPRT
forearm		SLDPRT
metacarples		SLDPRT
secondfingerlink		SLDPRT
upperarm		SLDPRT
wrist		SLDPRT

