

INTRODUCCIÓN A SIMSCAPE

Control y Sistemas
UNCUYO
Verónica Vallejos
Abril 2017

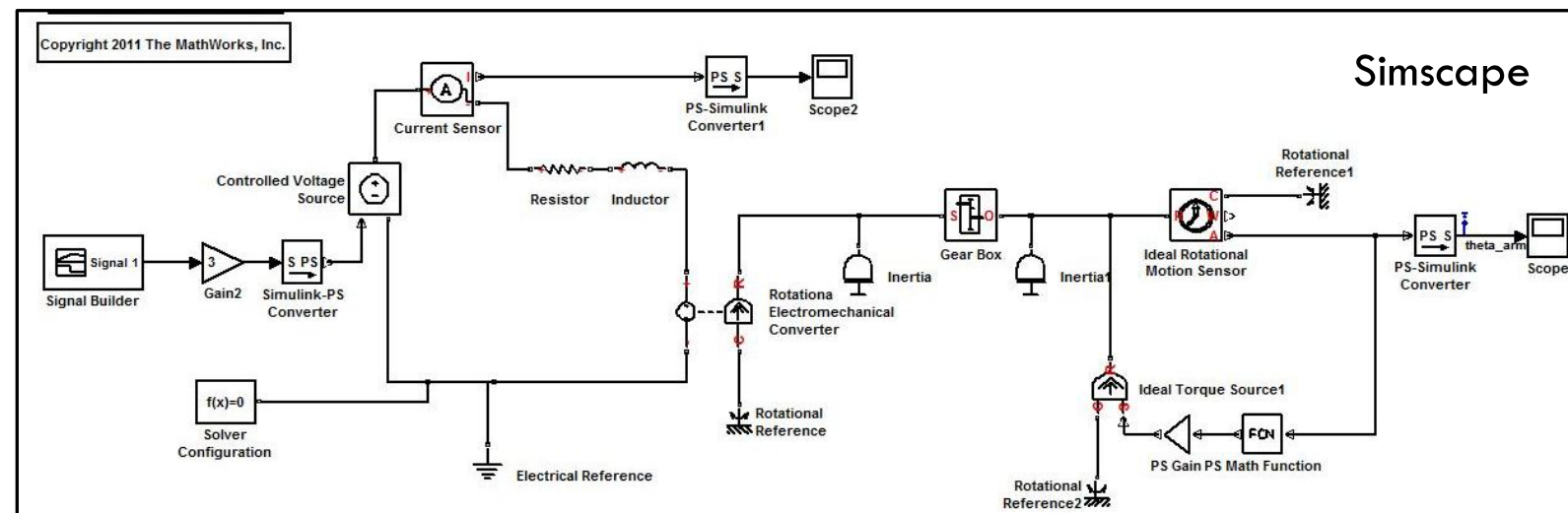
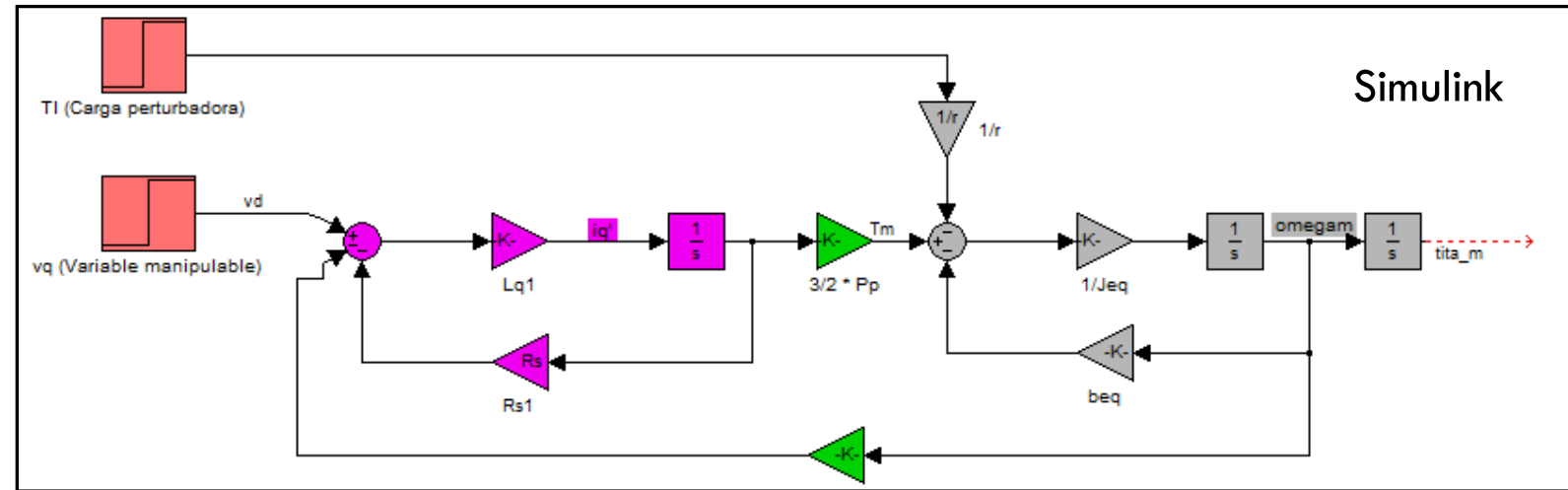
INTRODUCCIÓN A SIMSCAPE

- ❖ Simscape es un conjunto de bibliotecas de bloques y características especiales de simulación para modelar sistemas físicos en el **entorno Simulink**.
- ❖ Emplea el enfoque de **Red Física** (Physical Network) que es particularmente adecuado para simular sistemas que consisten en componentes físicos reales.
- ❖ De acuerdo con este enfoque, cada sistema se representa como constituido por elementos funcionales que interactúan entre sí mediante el **intercambio de energía** a través de sus puertos.
- ❖ Estos **puertos de conexión** no son direccionales. Simulan conexiones físicas entre elementos. La conexión simultánea de los bloques de Simscape es análoga a la conexión de componentes reales, como bombas, válvulas, etc.
- ❖ En otras palabras, los diagramas de Simscape imitan el diseño del sistema físico. No es necesario especificar direcciones de flujo y flujo de información al conectar bloques de Simscape.

SIMULINK VS SIMSCAPE

Los bloques Simulink representan operaciones matemáticas básicas. Cuando se conectan bloques Simulink, el diagrama resultante es equivalente al modelo matemático.

En cambio, Simscape permite crear una representación en red del sistema, constituido por elementos funcionales como bloques mecánicos, eléctricos, hidráulicos, que se tratan como cajas negras, sin conocer su modelo matemático.



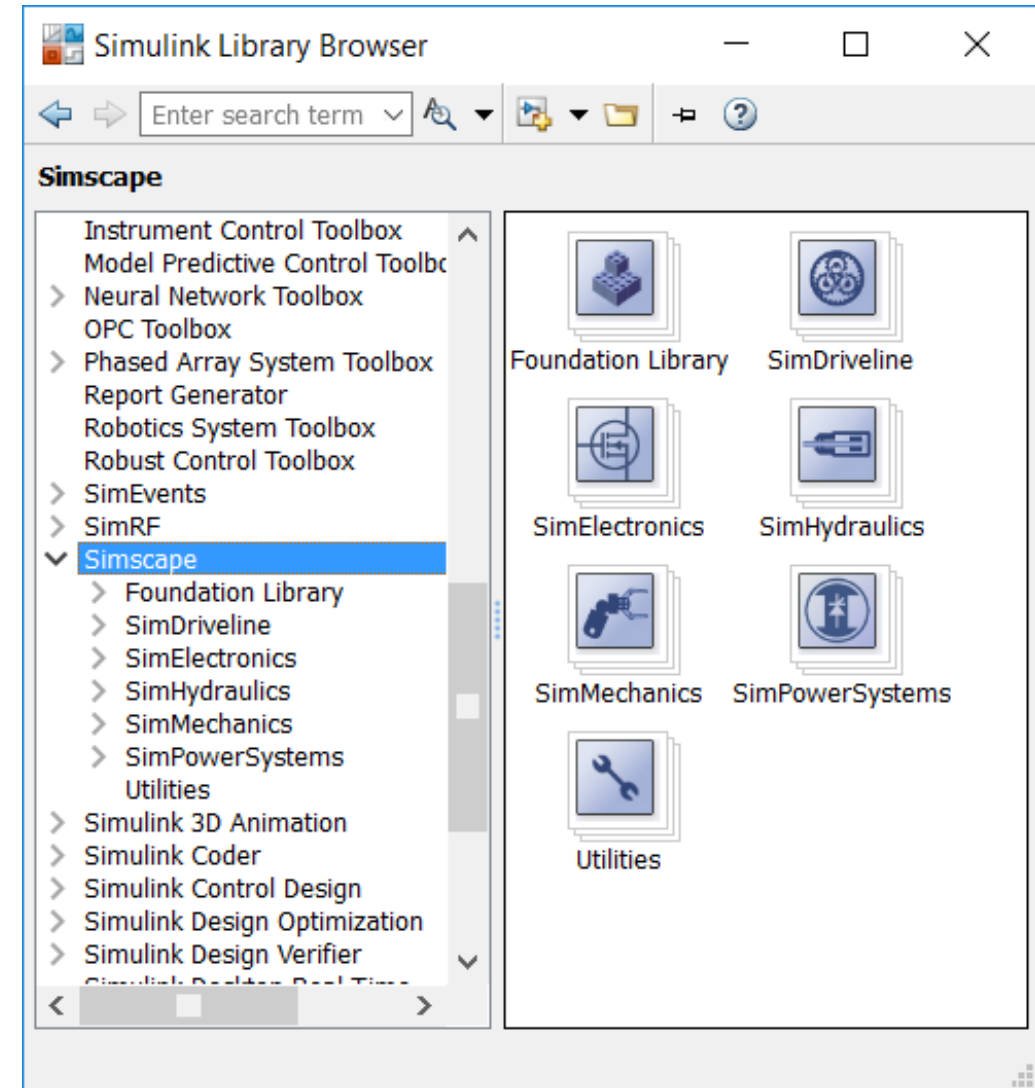
BIBLIOTECAS

Simscape contiene dos bibliotecas básicas:

- ❖ **Foundation library:** contiene bloques básicos hidráulicos, neumáticos, mecánicos, eléctricos, magnéticos, térmicos y bloques de señales físicas, organizado en sub-bibliotecas de acuerdo a la disciplina técnica y función realizada.
- ❖ **Utilities library:** contiene bloques de entorno esenciales para crear modelos de Physical Networks.

Otras bibliotecas adicionales:

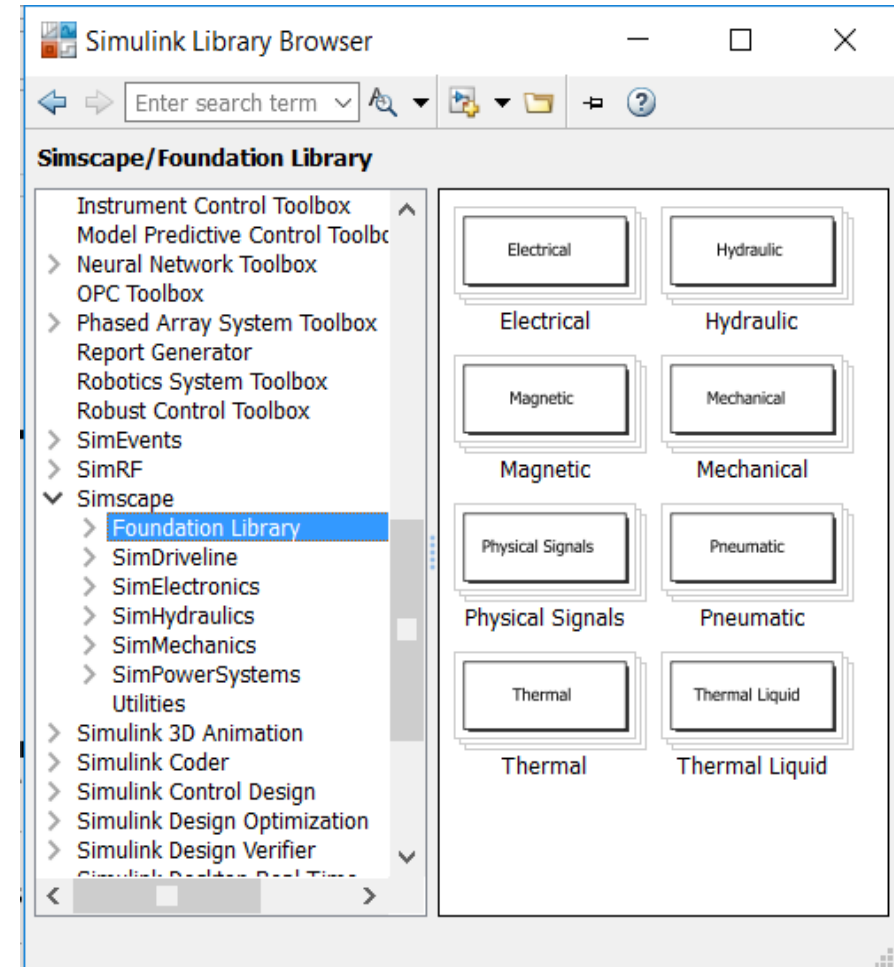
- ❖ SimDriveline, SimElectronics
- ❖ SimHydraulics, SimMechanics
- ❖ SimPowerSystems



FOUNDATION LIBRARY

Contienen un conjunto de elementos básicos y bloques de construcción:

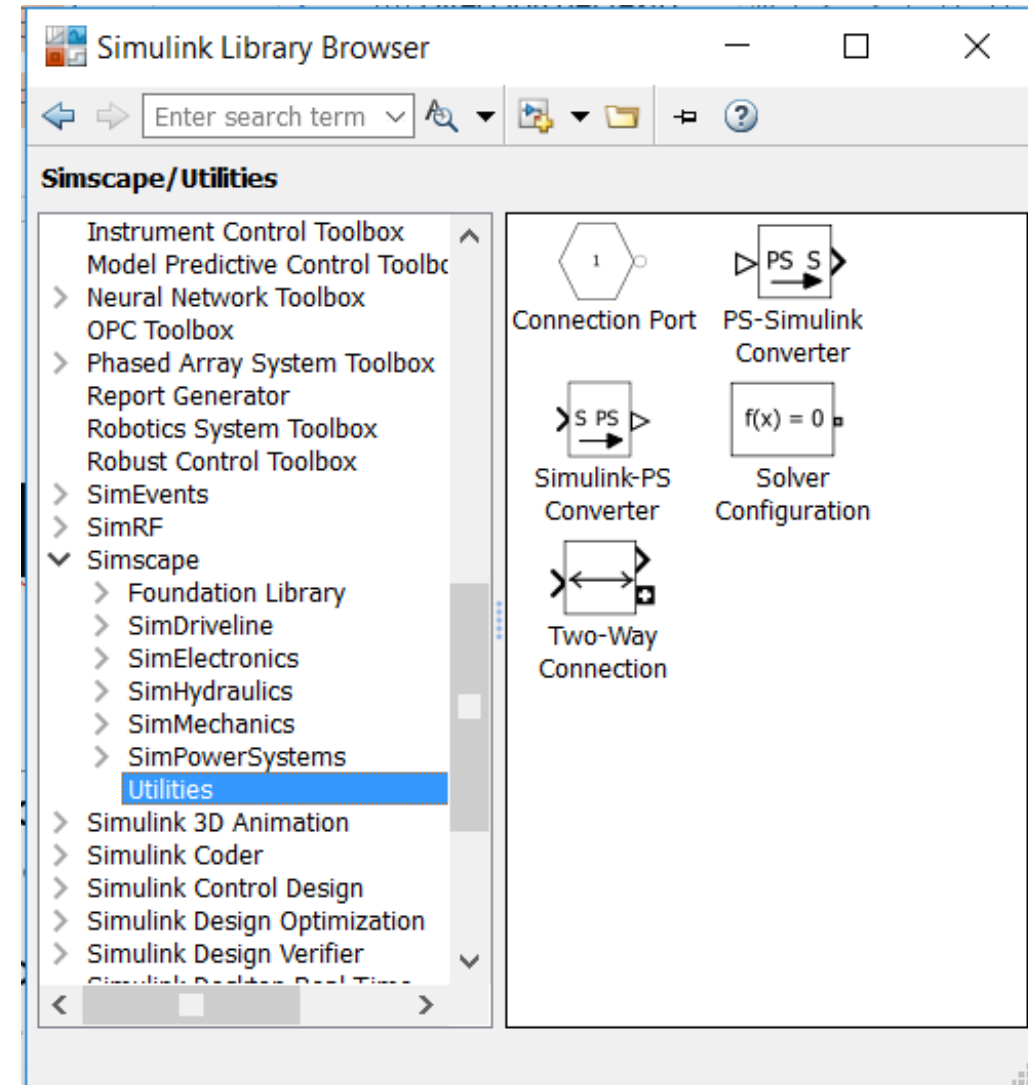
- ❖ **Mecánicos:** representar un movimiento de traslación y rotación unidimensional.
- ❖ **Eléctricos:** representar componentes eléctricos y circuitos.
- ❖ **Magnéticos:** representar componentes electromagnéticos.
- ❖ **Hidráulicos:** modelar los efectos hidráulicos fundamentales y combinarse para crear componentes hidráulicos complejos.
- ❖ **Neumáticos:** modelar los efectos neumáticos fundamentales basados en la ley del gas ideal.
- ❖ **Térmicos:** modelar los efectos térmicos fundamentales
- ❖ **De fluidos bifásicos:** modelar los efectos termodinámicos fundamentales en sistemas donde el agente de trabajo es parte de líquido y parte de vapor.
- ❖ **Señales físicas:** permite realizar operaciones matemáticas en señales físicas y escribir gráficamente ecuaciones dentro de la red física.



UTILITIES LIBRARY

La biblioteca de Simscape Utilities contiene bloques de utilidad, tales como:

- ❖ Bloque **Solver Configuration**, que contiene parámetros relevantes de los algoritmos numéricos para la simulación de Simscape. Cada diagrama de Simscape (o cada red física topológicamente distinta en un diagrama) debe contener un bloque de configuración del Solver.
- ❖ Bloque **Simulink-PS Converter** y **PS-Simulink Converter**, para conectar bloques Simscape y Simulink. El bloque Simulink-PS Converter se utiliza para conectar los puertos de salida de Simulink a las entradas de señal física, y el bloque PS-Simulink Converter, para conectar salidas de señal física a las entradas de Simulink.

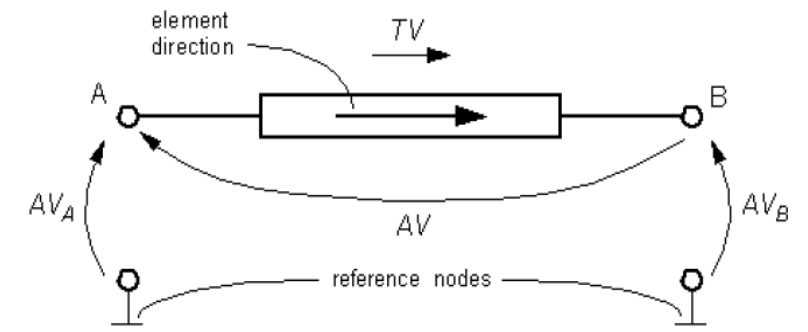


TIPOS DE VARIABLES

Through: variables que se miden con un sensor conectado en serie a un elemento.














Across: variables que se miden con un sensor conectado en paralelo a un elemento.

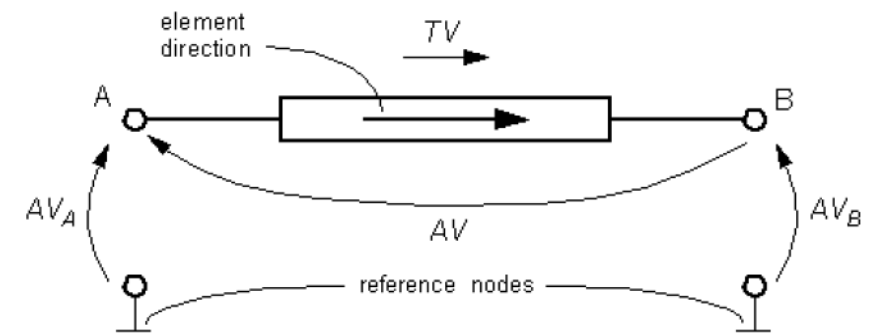
Physical Domain	Across Variable	Through Variable
Electrical	Voltage	Current
Hydraulic	Pressure	Flow rate
Magnetic	Magnetomotive force (mmf)	Flux
Mechanical rotational	Angular velocity	Torque
Mechanical translational	Translational velocity	Force
Pneumatic	Pressure and temperature	Mass flow rate and heat flow
Thermal	Temperature	Heat flow
Thermal liquid	Pressure and temperature	Mass flow rate and energy flow rate
Two-phase fluid	Pressure and specific internal energy	Mass flow rate and heat flow rate



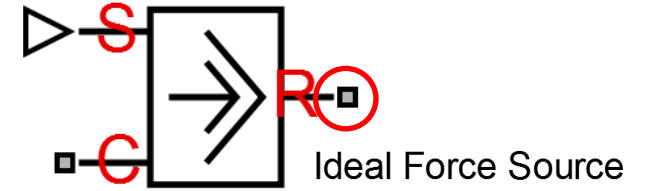
TIPOS DE VARIABLES

Para mejorar la legibilidad de los diagramas de bloques, cada dominio de Simscape utiliza un color predeterminado y un estilo de línea por defecto para las líneas de conexión. La siguiente tabla muestra las variables Through y Across asociadas a cada tipo de dominio físico:

Color	Name	Path
	Electrical Domain	foundation.electrical.electrical
	Hydraulic Domain	foundation.hydraulic.hydraulic
	Magnetic Domain	foundation.magnetic.magnetic
	Mechanical Rotational Domain	foundation.mechanical.rotational.rotational
	Mechanical Translational Domain	foundation.mechanical.translational.translational
	Pneumatic 1-D Flow Domain	foundation.pneumatic.pneumatic
	Thermal Domain	foundation.thermal.thermal
	Thermal Liquid Domain	foundation.thermal_liquid.thermal_liquid
	Two-Phase Fluid Domain	foundation.two_phase_fluid.two_phase_fluid
	Physical Signals	-
	Three-Phase Electrical Domain	pe.electrical.three_phase.electrical
	3-D Mechanical (Frame)	-
	3-D Mechanical (Geometry)	-

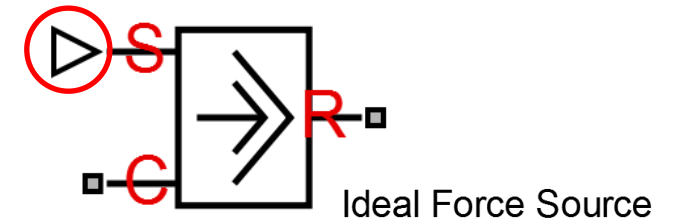


PUERTOS DE CONSERVACIÓN FÍSICA



- ❖ Puertos no direccionales (por ejemplo, hidráulicos o mecánicos) que representan conexiones físicas.
- ❖ Las líneas de conexión física no tienen una direccionalidad inherente y representan el intercambio de flujos de energía, de acuerdo con el enfoque de Red Física.
- ❖ Sólo se pueden conectar puertos de conservación a otros puertos de conservación del mismo tipo.
- ❖ Las líneas de conexión físicas que conectan los puertos de conservación entre sí, son líneas no direccionales que transportan variables físicas. No se pueden conectar líneas físicas a puertos Simulink o a puertos de señales físicas.
- ❖ Dos puertos de conservación conectados directamente deben tener los mismos valores para todas sus variables Across (como presión o velocidad angular).
- ❖ Se pueden ramificar líneas de conexión física. Al hacerlo, los componentes directamente conectados entre sí continúan compartiendo las mismas variables Across. Cualquier variable Through (como el caudal o par) transferida a lo largo de la línea de conexión física se divide entre los múltiples componentes conectados por las ramas. Cómo se divide la variable Through se determina por la dinámica del sistema.
- ❖ Cada tipo de puerto de conservación física utilizado en los bloques de Simscape representa únicamente un dominio de modelado físico.

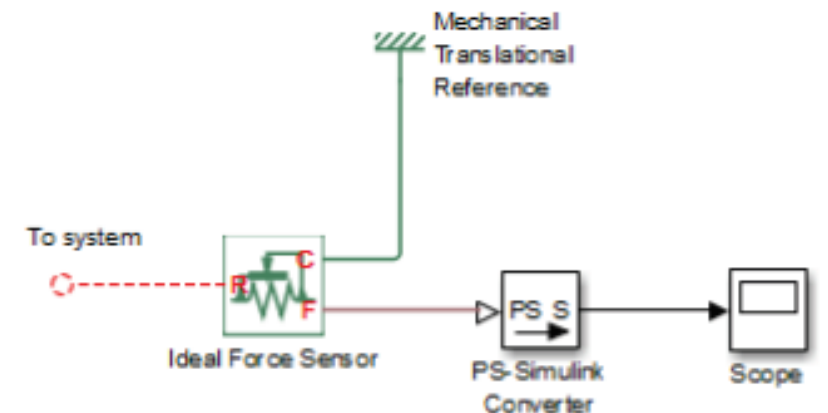
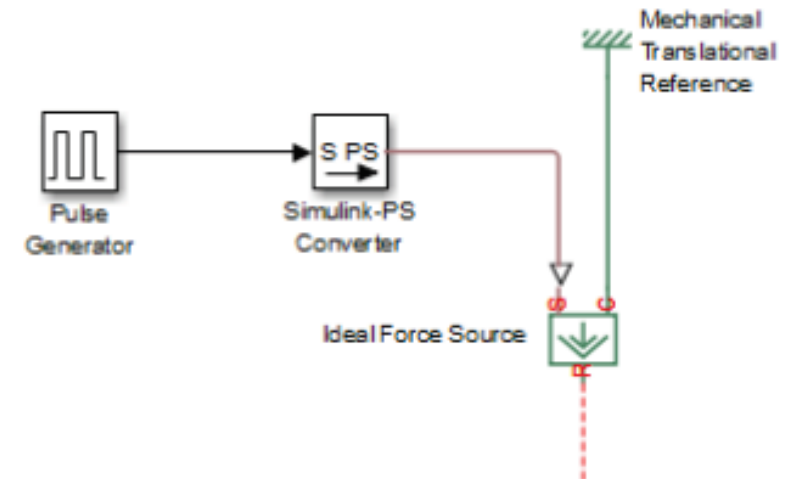
PUERTOS DE SEÑALES FÍSICAS



- ❖ Puertos unidireccionales que transfieren señales que utilizan un motor de Simscape interno para cálculos.
- ❖ Los puertos de señales físicas llevan señales entre los bloques de Simscape. Los conecta con líneas de conexión normales, similares a las conexiones de señal Simulink.
- ❖ Se utilizan en los diagramas de bloques de Simscape en lugar de los puertos de entrada y salida de Simulink para aumentar la velocidad de cálculo y evitar problemas con bucles algebraicos.
- ❖ Las señales físicas pueden tener unidades asociadas con ellas. Las unidades se especifican junto con los valores de los parámetros en los diálogos de bloques y Simscape realiza las operaciones de conversión de unidades necesarias cuando se resuelve una red física.
- ❖ La biblioteca de Simscape Foundation contiene, entre otras sub-bibliotecas, una biblioteca de bloques de Physical Signals. Estos bloques realizan operaciones matemáticas y otras funciones en señales físicas, y permiten implementar gráficamente ecuaciones dentro de la Red Física.
- ❖ Las líneas de señal física también tienen un estilo y un color distintos en diagramas de bloques, similares a las líneas físicas de conexión.

TÉCNICAS PARA CONSTRUIR UN MODELO

- ❖ Construya su modelo físico utilizando una combinación de bloques de las bibliotecas de Simscape.
- ❖ Cada diagrama de Simscape (o cada red física topológicamente distinta en un diagrama) debe contener un bloque de Configuración del Solver de la biblioteca de Simscape Utilities.
- ❖ Los diagramas de bloques de Simscape usan señales físicas en lugar de señales regulares de Simulink. Por lo tanto, necesita bloques de conversión para conectar diagramas de Simscape a fuentes y ámbitos de Simulink.
- ❖ Simulink-PS Converter: para conectar fuentes Simulink u otros bloques Simulink a las entradas de un diagrama de red física.
- ❖ PS-Simulink Converter: para conectar salidas de un diagrama de red física a los ámbitos Simulink u otros bloques de Simulink.



TÉCNICAS PARA CONSTRUIR UN MODELO

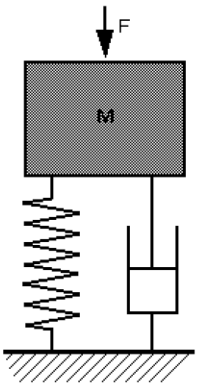
Uso de los puertos de conservación

- ❖ Existen diferentes tipos de puertos de Conservación Física utilizados en los diagramas de bloques de Simscape, tales como hidráulicos, neumáticos, eléctricos, traslación mecánica, rotación mecánica, etc.
- ❖ Los puertos de Conservación Física sólo se pueden conectar a otros puertos de Conservación Física del mismo tipo. Los estilos y colores de línea específicos para cada dominio ayudan a distinguir entre diferentes dominios y facilitan el proceso de conexión.
- ❖ Las líneas de conexión físicas que conectan los puertos de Conservación Física juntos son líneas no direccionales que transportan variables físicas. No se pueden conectar líneas físicas a puertos Simulink o a puertos de Señal Física.
- ❖ Se pueden ramificar líneas de conexión física. Al hacerlo, los componentes directamente conectados entre sí continúan compartiendo las mismas variables Across. Cualquier variable Through transferida a lo largo de la línea de conexión física se divide entre los múltiples componentes conectados por las ramas. Cómo se divide la variable Through se determina por la dinámica del sistema.

TÉCNICAS PARA CONSTRUIR UN MODELO

Uso de los puertos de señal física

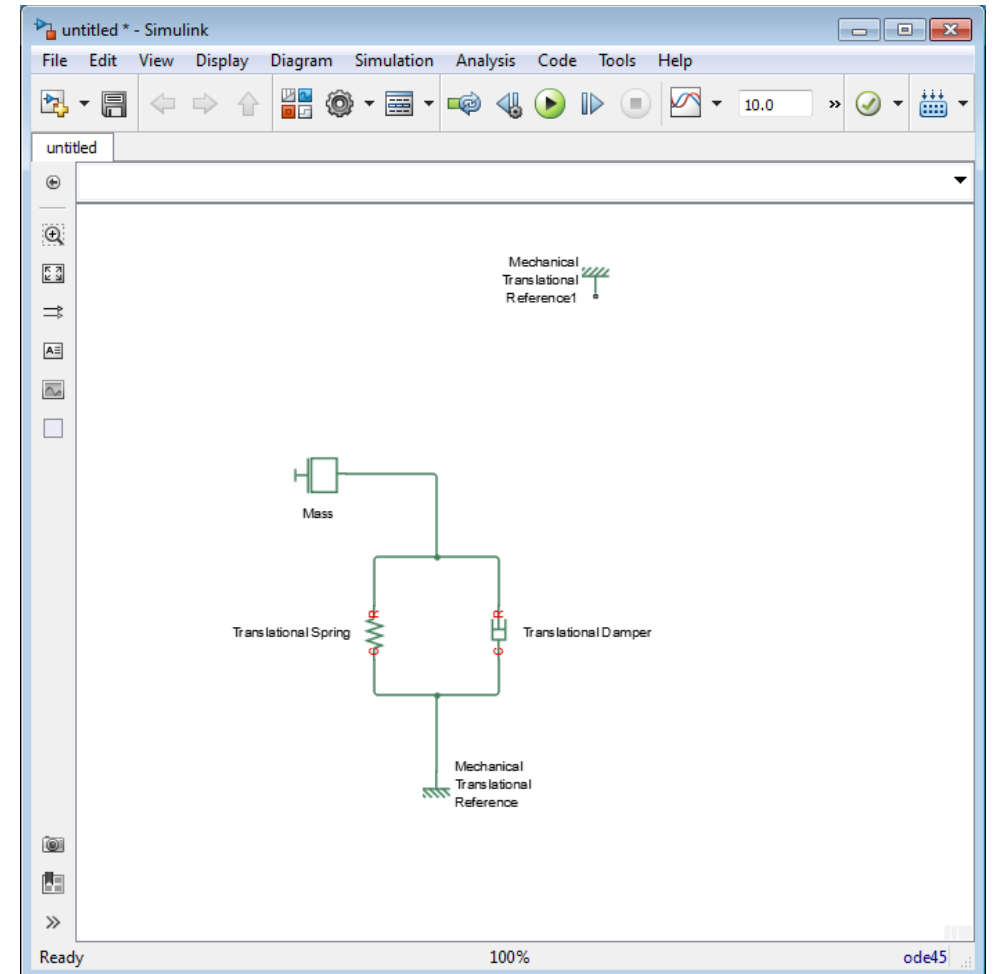
- ❖ Se pueden conectar puertos de Señal Física a otros puertos de Señal Física con líneas de conexión regulares, similares a las conexiones de señal Simulink. Estas líneas de conexión llevan señales físicas entre los bloques de Simscape.
- ❖ Se pueden conectar puertos de señal física a puertos Simulink a través de bloques de convertidores especiales. Se usan bloques Simulink-PS Converter para conectar los puertos de salida de Simulink a las entradas de Señal Física. Se usan bloques PS-Simulink Converter para conectar salidas de señal física a las entradas de Simulink.



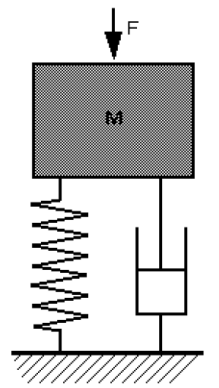
CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO SIMPLE

Crearemos el modelo de un sistema masa-resorte-amortiguador.

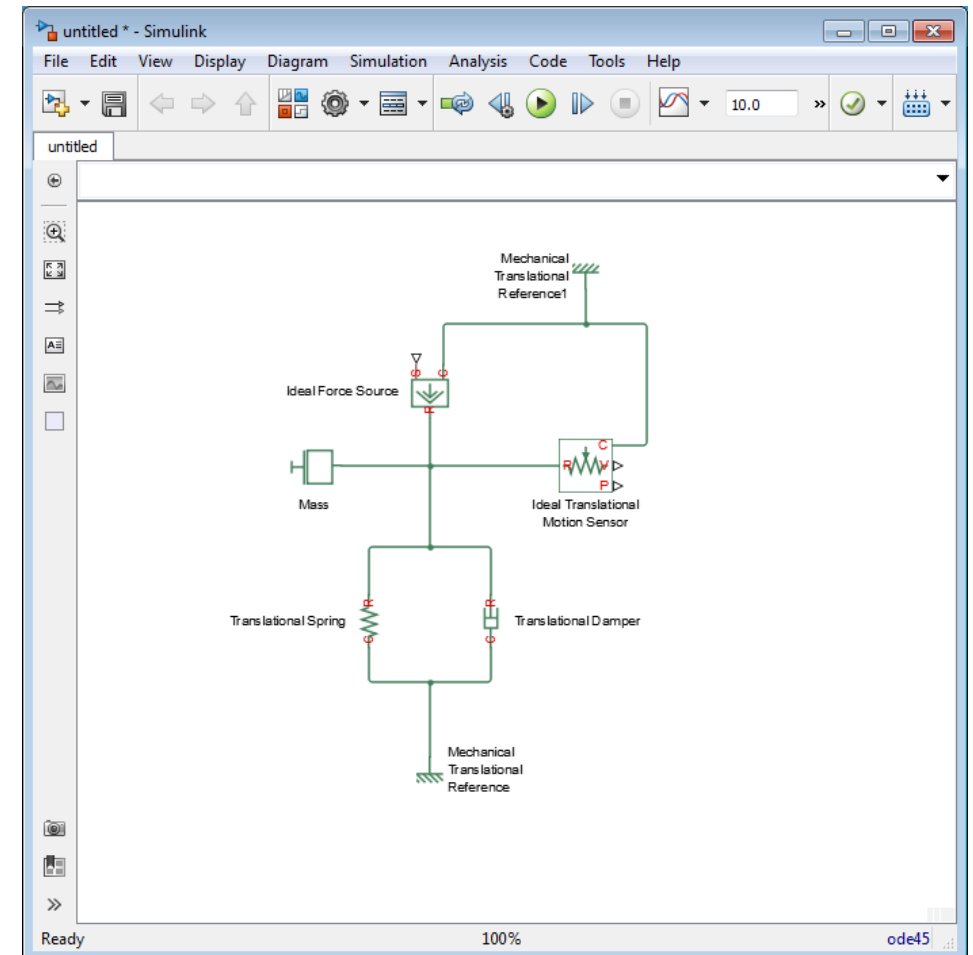
1. Crear un nuevo Modelo.
2. Abrir Simscape > Foundation Library > Mechanical > Translational Elements.
3. Arrastrar la masa, el resorte, el amortiguador traslacional y dos bloques de referencia mecánica en la ventana del modelo.
4. Conectar los bloques de forma análoga al esquema físico.



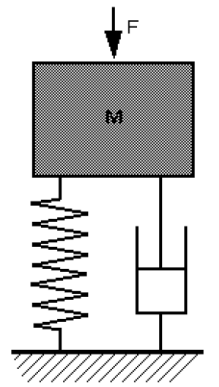
CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO SIMPLE



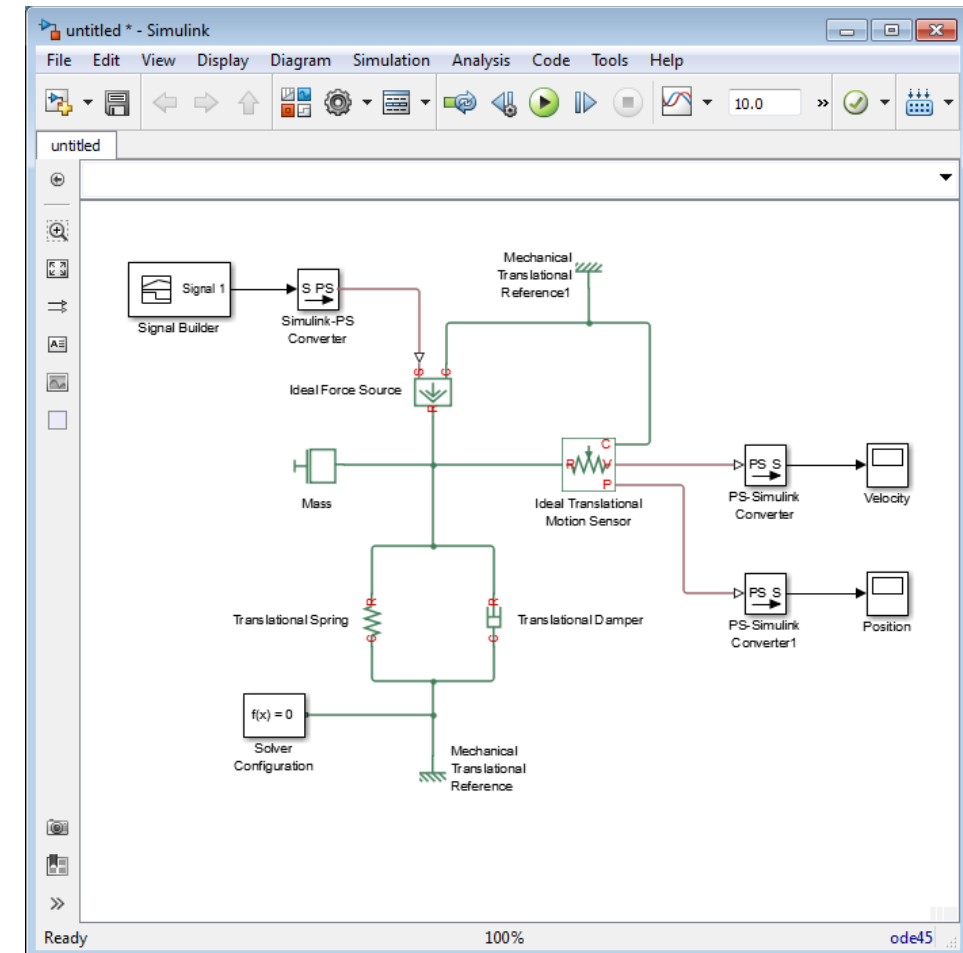
5. Para añadir la representación de la fuerza que actúa sobre la masa, abrir la biblioteca Simscape > Foundation Library > Mechanical > Mechanical Sources y añada el bloque Fuente de Fuerza Ideal a su diagrama.
6. Conectar el puerto de bloque C (significa "case") al segundo bloque de referencia de traslación mecánica, y su puerto R (significa "rod") al bloque de masa.
7. Agregue el sensor para medir la velocidad y la posición de la masa. Coloque el bloque Sensor de Movimiento Translacional Ideal de la biblioteca de Mechanical Sensors en el modelo.



CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO SIMPLE



8. Agregar las fuentes y los scopes.
9. Agregar bloques para convertir señales Simulink en señales físicas y viceversa. Abrir la biblioteca de Simscape > Utilities y copie un bloque Simulink-PS Converter y dos bloques PS-Simulink Converter en el modelo. Conecte los bloques como se muestra en la imagen.
10. Cada red física topológicamente distinta en un diagrama requiere un bloque Solver Configuration, que se encuentra en la biblioteca de Simscape > Utilities. Copie este bloque en su modelo y conéctelo al circuito creando un punto de ramificación y conectándolo al único puerto del bloque Solver Configuration.



BIBLIOGRAFIA

The MathWorks, Inc. *Simscape User's Guide v4.0* (Release 2016a). March 2016.