

# MODELOS LINEALES

**Sistemas de Control**

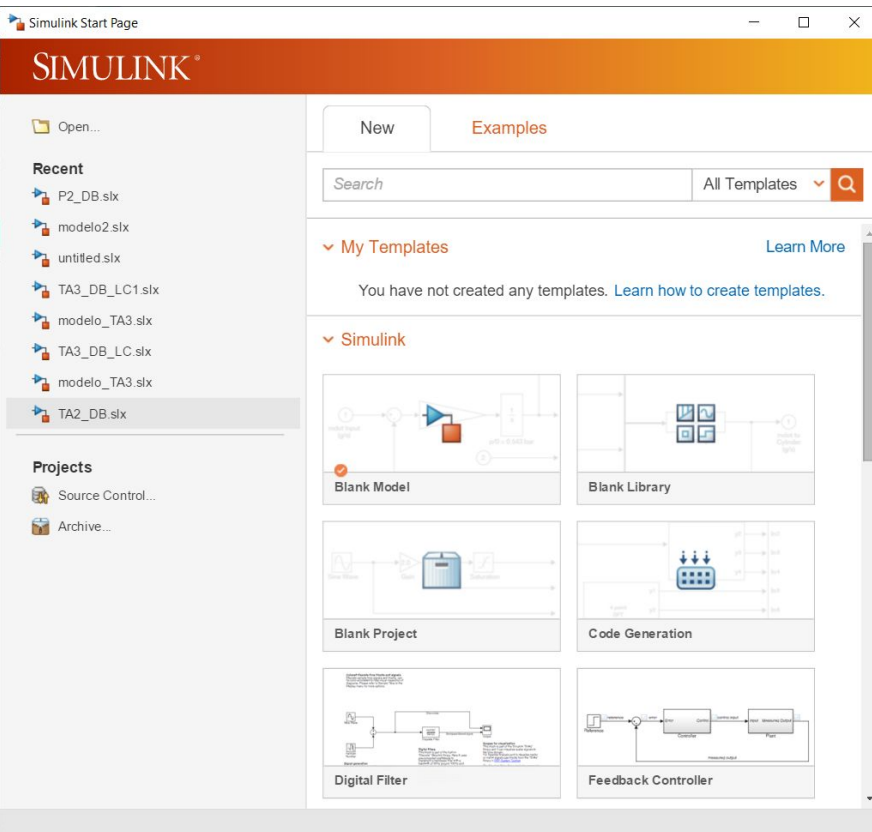
# SIMULINK

Es una herramienta de MATLAB que permite al usuario realizar simulaciones de diferentes tipos de sistemas a través de una interfaz gráfica.

Los sistemas a simular se crean a partir de bloques configurables presentes en las diferentes librerías que posee Simulink.

Para abrir esta herramienta basta con escribir el comando **simulink** en la ventana de comandos o hacer click al botón con dicho nombre en la barra de herramientas de MATLAB.

# SIMULINK: ENTORNO



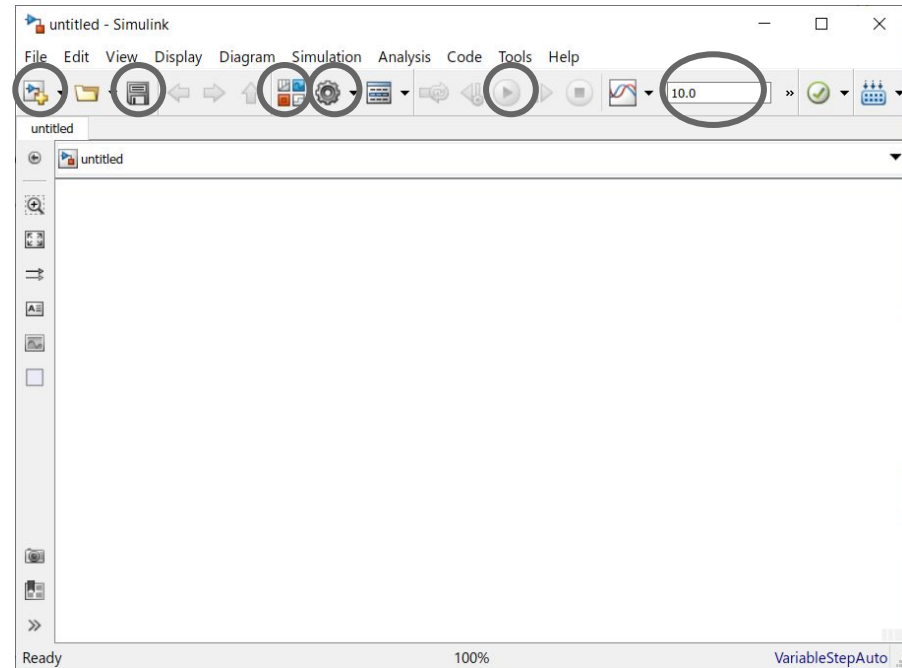
En las versiones más actuales de MATLAB, se abrirá la ventana mostrada como una página de inicio. Se deberá seleccionar la opción Blank Model.

En las versiones más antiguas de MATLAB, esta ventana no aparecerá sino que directamente se creará un modelo en blanco.

# SIMULINK: ENTORNO

La ventana principal de Simulink está compuesta por la barra de menú, barra de herramientas y espacio de trabajo.

Se revisarán las funciones de los botones y campos circulados en la figura mostrada.



# SIMULINK: ENTORNO

De izquierda a derecha:

1. Permite crear un nuevo modelo en blanco
2. Permite grabar el modelo actual
3. Abre la librería de bloques de Simulink
4. Abre la ventana de configuración de parámetros del modelo.
5. Permite empezar la simulación.
6. En este campo se coloca el tiempo de simulación del modelo.

# SIMULINK: COMPATIBILIDAD

Simulink es compatible con versiones anteriores del mismo. Por ejemplo: si crea un modelo con Simulink de MATLAB 2016b, este puede ser abierto y editado con Simulink de MATLAB 2017a, 2017b, etc.

Si por el contrario, requiere abrir en Simulink de MATLAB 2016b un archivo creado con Simulink de MATLAB 2017a, es necesario seguir ciertos pasos para que el modelo sea guardado en versión compatible.

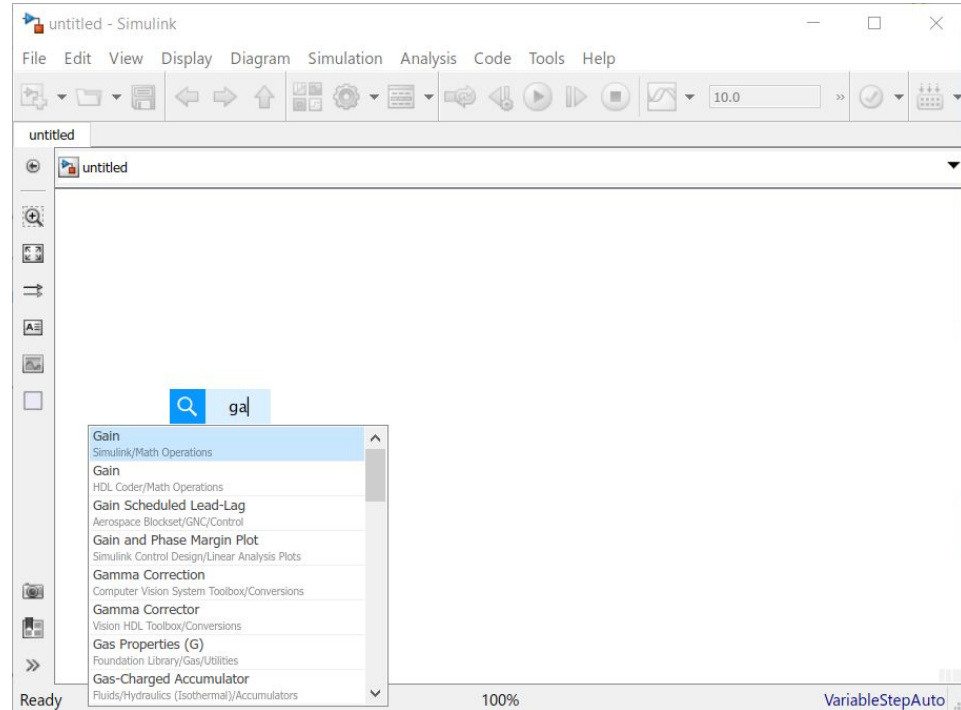
# SIMULINK: COMPATIBILIDAD

1. Guarde el archivo en la versión actual de Simulink que posea.
2. Luego, en la barra de menú dé click sobre File, y escoja la opción Export model to→ Previous Version
3. Se abrirá una ventana donde debe escoger la versión con la que se desea abrir el modelo.

La versión más antigua permitida es MATLAB 2009b/Simulink 7.4. Es importante realizar este proceso al final de editar el diagrama, ya que si se realiza algún cambio, este se guardará con la versión actual de Simulink.

# SIMULINK: TIPS

En vez de usar la librería de bloques, puede hacer click izquierdo sobre una zona en blanco en el modelo y comenzar a escribir el nombre del bloque a utilizar. Simulink mostrará una lista de los bloques disponibles.





# SIMULINK: TIPS

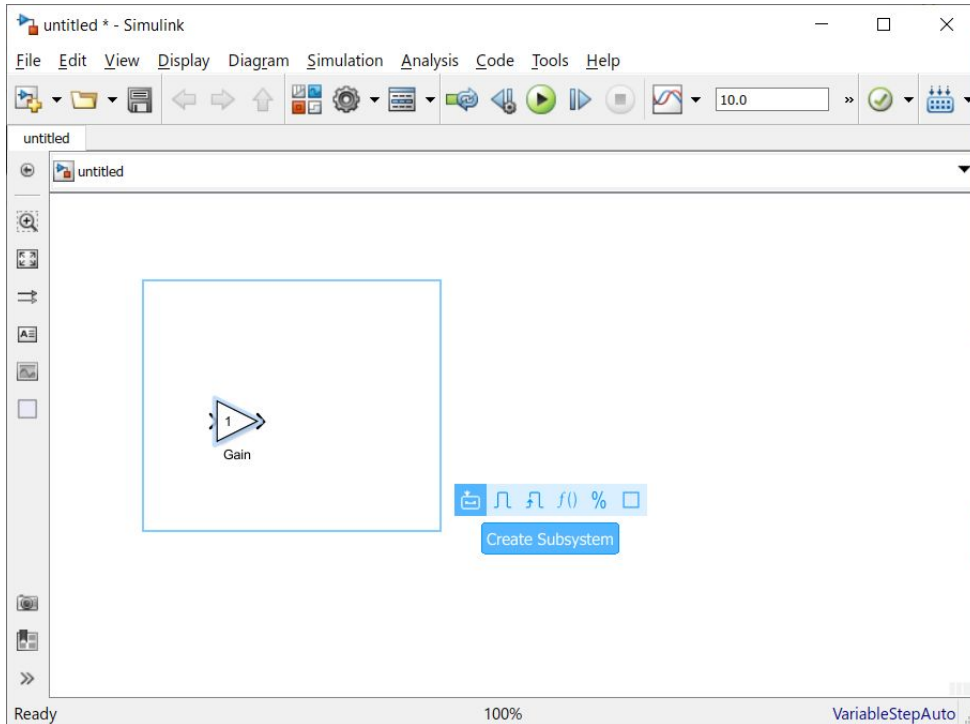
ctrl+r: permite rotar el/los bloques seleccionados en sentido horario.

ctrl+i: permite dar la vuelta al bloque seleccionado.

Hacer doble click izquierdo sobre el espacio de trabajo permite ingresar texto.

Mantener ctrl presionado y arrastrar un bloque permite hacer una copia del mismo.

# SIMULINK: TIPS



\*Simulink posee muchas opciones que permiten mejorar la presentación del modelo.

Puede crear subsistemas o definir áreas de trabajo. Además puede cambiar el nombre a los bloques

# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES

$$\ddot{y} = -5y - 8\dot{y} + 10x$$

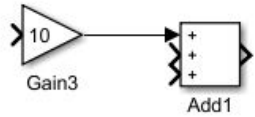


Se pueden añadir más términos o cambiar los signos del sumador en las configuraciones de cualquiera de estos bloques.

Se debe despejar la derivada de mayor orden y establecer claramente las variables de entrada y salida del sistema y de cada bloque.

En este caso la segunda derivada de  $y$ , es el resultado de una suma de diferentes términos. Se comienza entonces colocando un bloque se suma.

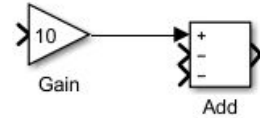
# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES



Alternativa 1: el sumador mantiene el signo positivo y las ganancias absorben el signo negativo.

Se observa que el término  $y$  (salida del sistema), el término  $x$  (entrada del sistema) y la primera derivada de  $y$ , están acompañados de sus respectivos coeficientes.

Estos valores son representados a través de bloques **gain**.



Alternativa 2: en el sumador se cambia el signo a negativo y las ganancias mantienen el signo positivo.

# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES

Los parámetros de los bloques como las ganancias pueden ser parametrizados con variables. Al correr la simulación, MATLAB busca dichas variables en su espacio de trabajo base.

Esto es útil cuando por ejemplo se requiere simular varias veces el mismo modelo cambiando únicamente algún parámetro como amplitud de una señal de entrada, ganancia de alguna señal, tiempo de muestreo, entre otros.

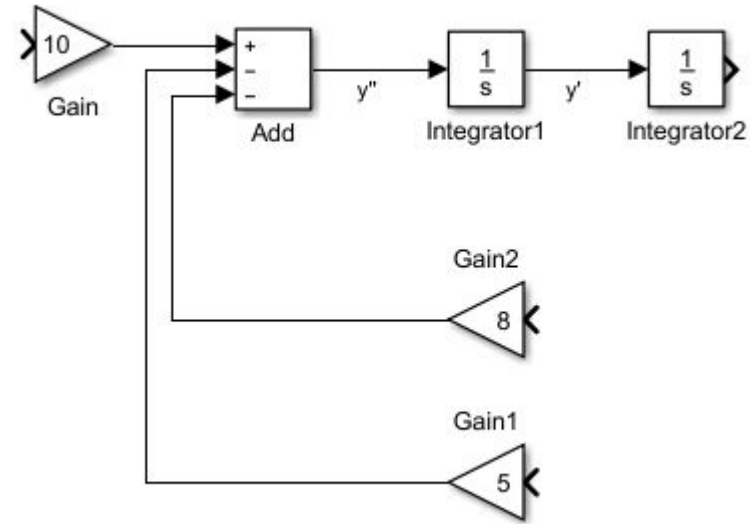
Además se puede simular el modelo de Simulink desde la ventana de comandos como se revisará más adelante.

# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES

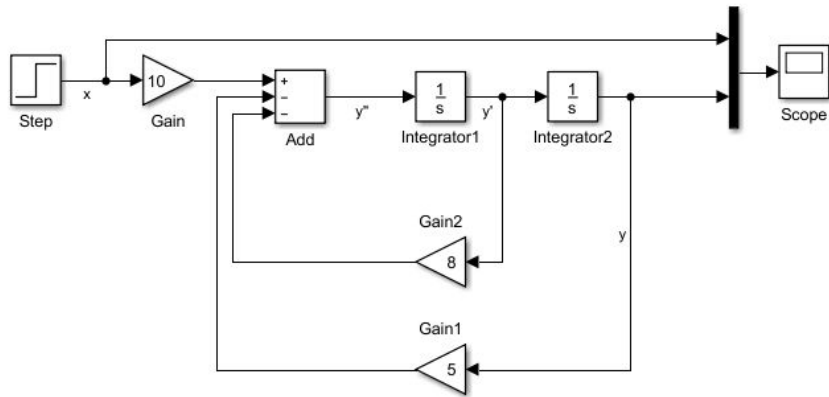
La salida del bloque sumador corresponde a la doble derivada de  $y$ . Para obtener  $y$  se debe integrar dos veces dicha señal.

Se arma el diagrama de manera que se utilicen integradores en vez de derivadores.

La salida del último integrador corresponde a  $y$ .



# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES



Solo queda conectar los coeficientes con su respectiva señal y colocar bloques de fuentes y de sumideros.

El bloque **Step** representa a la señal  $x$  como una entrada escalón. El bloque **Mux** permite multiplexar varias señales en un solo canal ( $x$  y  $y$  en este caso).

# MODELADO A PARTIR DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES

El bloque **Scope** permite, entre otras cosas, observar las señales en función del tiempo. Este bloque se utilizará para exportar los datos al espacio de trabajo de MATLAB. Una alternativa para exportar los datos es el uso del bloque **To Workspace**.

A continuación se revisará la configuración de los bloques Step y Scope y el proceso de simulación desde la ventana de comandos o script de MATLAB.



# BLOQUE STEP

Block Parameters: Step

Step

Output a step.

Parameters

Step time:

5

Initial value:

2

Final value:

4

Sample time:

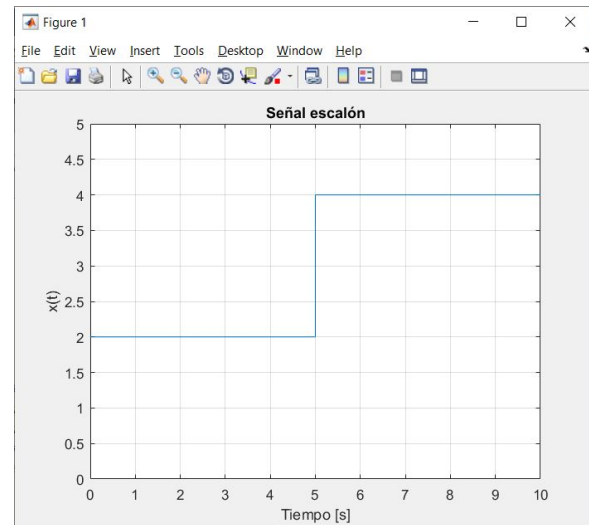
0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply

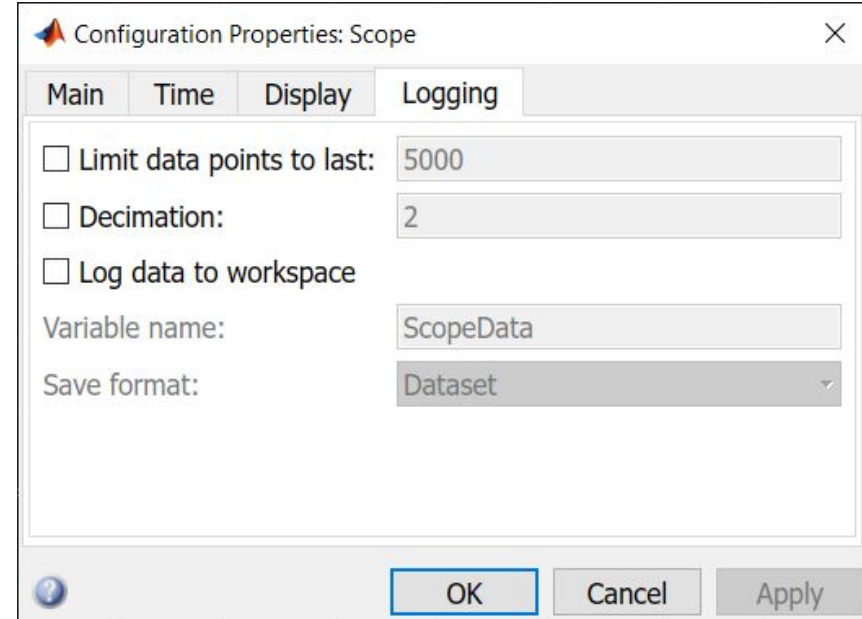
Genera una señal que toma el valor configurado en **Initial Value** hasta que  $t$  sea igual a **Step time**. Luego la señal toma el valor configurado en **Final Value**.



# BLOQUE SCOPE

Para configurar el bloque Scope, dé doble click en el mismo y luego dé click en el símbolo del engranaje. Seleccione la pestaña **Logging**.

Deberá activar la opción **Log data to Workspace** y asegurarse que la opción **Limit data points to last** se encuentre desactivada.

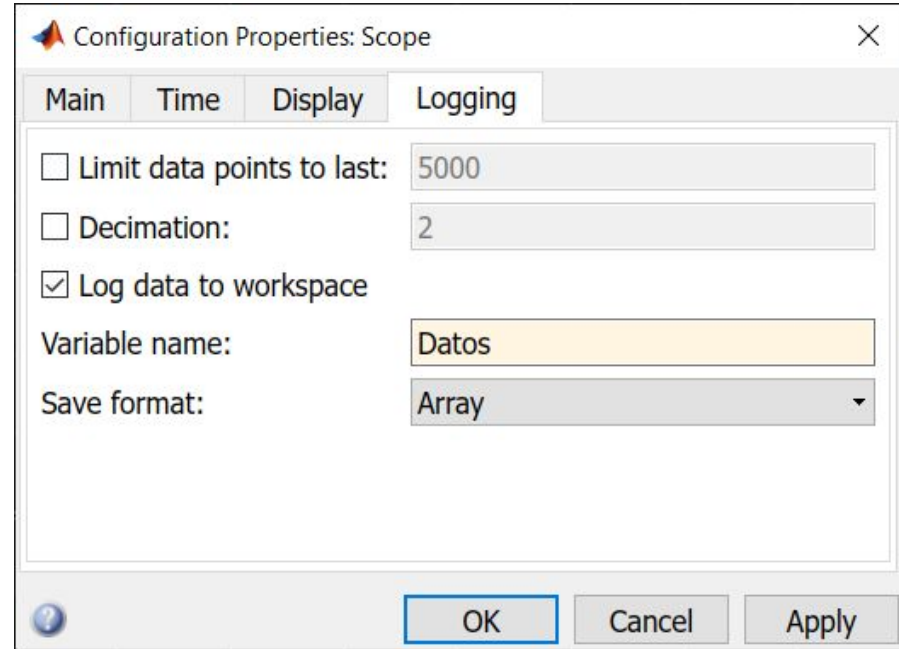


# BLOQUE SCOPE

En **variable name**, coloque el nombre de la variable que desee que se cree con los datos de la simulación.

En **save format**, asegúrese de seleccionar la opción **Array** para facilitar el proceso de graficación.

Al realizar la simulación, se creará la variable escogida, en el Workspace.



# SIMULACIÓN

Para simular desde la ventana de comandos o un script de MATLAB un modelo, es necesario que el mismo se encuentre en la misma carpeta del script o en el directorio actual de MATLAB. Además es importante que el script y el modelo no tengan el mismo nombre.

Por ejemplo, si el modelo se encuentra guardado con el nombre **ejemplo**, se debería usar el comando:

```
sim('ejemplo',Tsim)
```

Tsim: variable creada previamente con el valor del tiempo de simulación deseado.

# OTROS BLOQUES

**Display:** Este bloque marca los valores que va tomando la señal a la que se encuentre conectado. Sin embargo, al realizar simulaciones que no son en tiempo real, el display muestra el último valor o muestra de la señal a la que se encuentre conectado.

**Saturation:** Este bloque permite limitar la señal a la que se encuentre conectado. Este bloque es de gran utilidad cuando se quieren limitar señales para que estén en concordancia con sus valores máximos y mínimos reales. Por ejemplo: el nivel de un líquido en un tanque está limitado por 0 y la altura del mismo.

# PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO...

Recuerde que en los puntos de operación, se asume que el sistema se encuentra estable. Por lo tanto, las derivadas de las variables de interés con respecto al tiempo son iguales a cero.

Parametrice todos los bloques a utilizar de ser posible.

Siga y complete el formato disponible para el trabajo autónomo.