

**Control de Procesos – Ayudantía 00b**  
**Matlab e Introducción a Simulink**

**PARTE I: Matlab**

**Ejercicio 1.** Los datos de la Tabla 1 fueron tomados desde un reactor de tanque agitado para la reacción  $A \rightarrow B$ . Usar los datos para determinar las mejores estimaciones posibles para  $k_{01}$  y  $E_1$  para el siguiente modelo:

$$-\frac{dA}{dt} = k_{01} e^{-\frac{E_1}{RT} A}$$

donde  $R$  es la constante de los gases e igual a 0.00198 Kcal/mol/K (recomendación, ajustar el modelo linealizado).

**Tabla 1.** Datos medidos.

$-dA/dt$ (moles/L/s)	460	960	2485	1600	1245
$A$ (moles/L)	200	150	50	20	10
$T$ (K)	280	320	450	500	550

**Ejercicio 2.** El siguiente es un problema de valores iniciales representado por la EDO de segundo orden:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 5x \frac{dx}{dt} + (x+7)\text{sen}(\omega t) = 0$$

donde  $x'(0) = 1.5$  y  $x(0) = 6$ . Notar que  $\omega = 1$ . Descomponer la ecuación en dos EDOs de primer orden y resolver el sistema para  $t = 0$  a 15 y graficar los resultados.

**Ejercicio 3.** Graficar la parte real (eje  $x$ ) vs la parte imaginaria (eje  $y$ ) de la siguiente función compleja:

$$z(t) = e^{2\pi i n_1 t} + e^{2\pi i n_2 t} + e^{2\pi i n_3 t}$$

Usar `t = linspace(0,1,2000);`

Experimentar!! con los valores de  $n_1$ ,  $n_2$  y  $n_3$ . Estos valores representan el número de ruedas de un [espirógrafo](#) físico, probar con  $(n_1, n_2, n_3) = (7,7,30)$ ,  $(10,3,3)$ ,  $(50,2,10)$ ,  $(-20,-0.1,50)$ .

[Aquí](#) y [aquí](#) dejo unos tutoriales para profundizar y simular otros ejemplos de este tipo de curvas.

## PARTE II: Introducción a Simulink

Simulink® es una herramienta que viene junto a Matlab® y muy usada para simular sistemas dinámicos y en particular sistemas de control. Esta herramienta puede ser pensada como un *Matlab visual*<sup>1</sup>. En esta práctica se introducen algunos conceptos básicos del entorno de trabajo y la interacción con el workspace de Matlab®. Para abrirlo escribir en la línea de comandos `simulink` o ejecutarlo desde la barra de herramientas como se muestra en la figura.

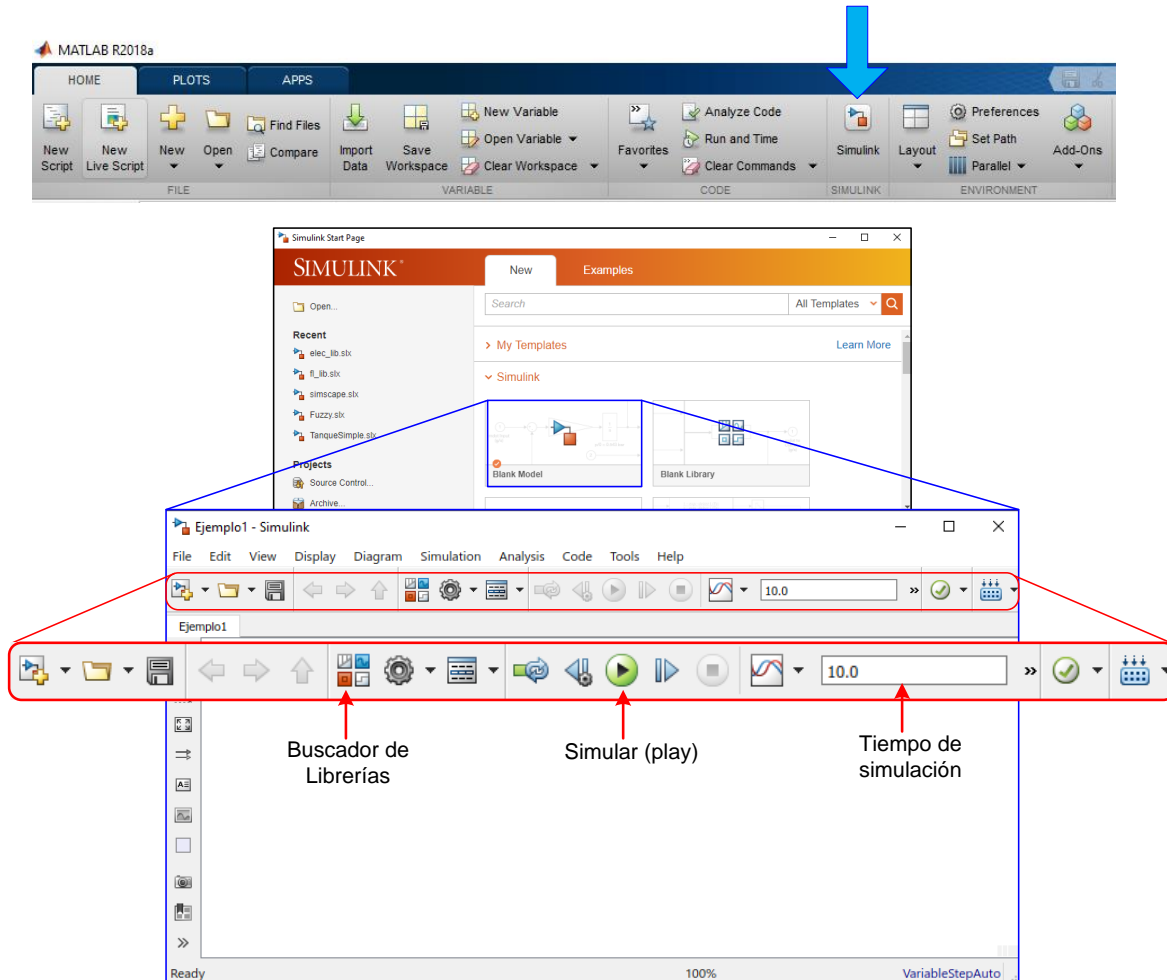
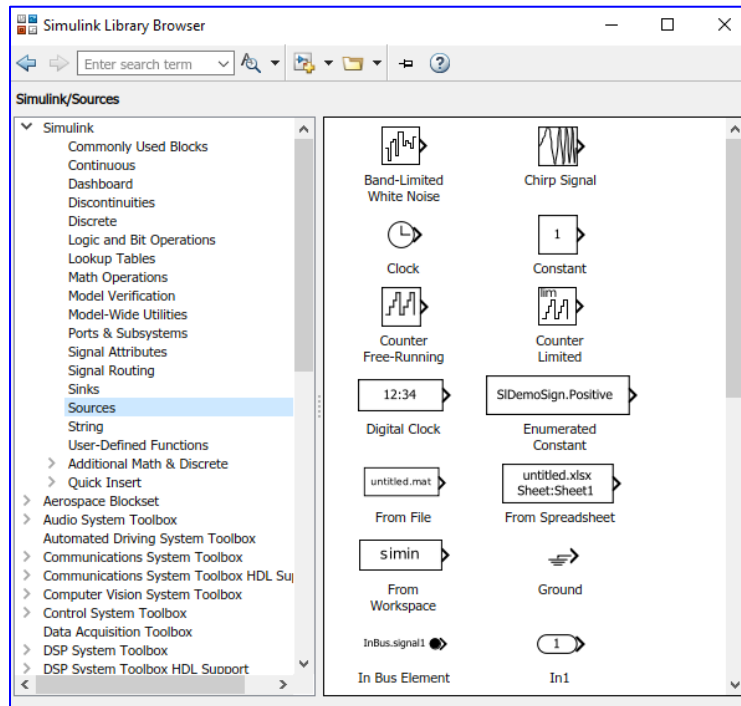


Figura 1. Accediendo a Simulink®.

Al abrir un nuevo modelo en la opción *Blank Model* se abrirá una ventana donde se podrá crear uno nuevo (igual a una pizarra en blanco). La barra de herramientas posee algunos íconos, entre estos está el buscador de librerías para importar nuevos bloques al modelo, al presionarlo se abrirá un buscador, ver Figura 2. Para insertar bloques en el espacio de trabajo simplemente seleccionarlos, arrastrarlos y posicionarlos. Cada bloque tendrá parámetros asociados (hacer doble click para

<sup>1</sup> Tengan presente que estas son solo alternativas, los mismos problemas pueden ser resueltos con ambos. Para algunos será más cómodo trabajar de forma visual y para otros con código directo en *scripts* o mezclando ambos. A medida que vayan aprendiendo, podrán decidir con cual alternativa realizar las simulaciones. Igualmente, se fomentará durante el curso que vayan trabajando con ambos entornos.

modificarlos) y propiedades (click derecho, ej. para cambiar formato de color, agregar puertos de entrada o salida).




**Figura 2.** Buscador de librerías y bloques de Simulink®.

Como primer ejemplo, simularemos una señal escalón  $y_1 = 5u(t-1)$ , una rampa  $y_2 = 2r(t-3)$ , y la suma de ambas  $y_3 = y_1 + y_2$ , usar un tiempo de simulación de 6. Los bloques que ocuparemos están en la librería Simulink, en las categorías:

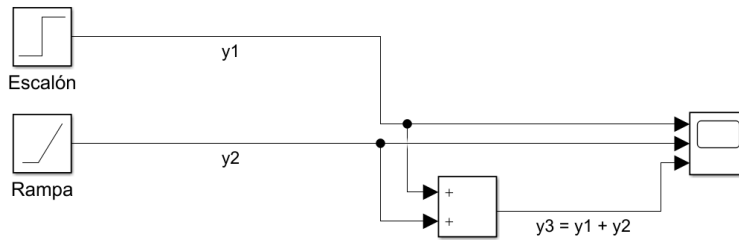
- **Sources:** bloques Step y Ramp,
- **Sinks:** bloque Scope,
- **Math Operations:** bloque Add,

Para desarrollar el problema, dibujar el diagrama en bloques de la Figura 3 en el espacio de trabajo. Ajustar los parámetros del escalón y rampa, ej. la amplitud y retardos (*step* o *start time*). El tiempo de simulación requerido lo pueden ajustar en la barra de herramientas, en este caso 6.

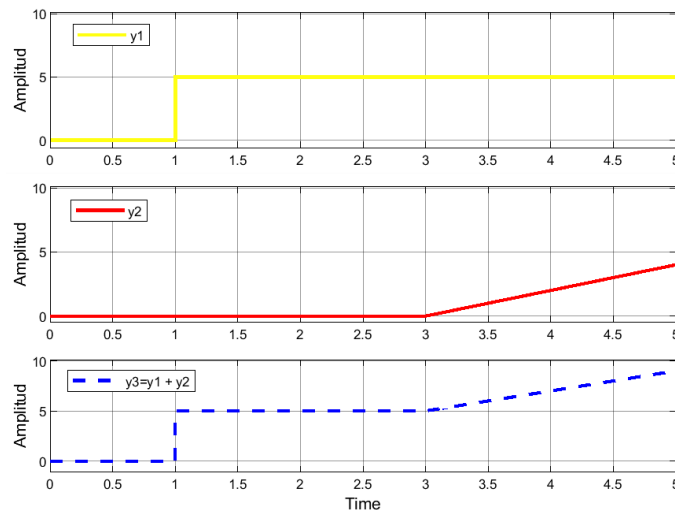
Para visualizar las tres señales en diferentes o el mismo eje, hacer doble click en el bloque Scope, ir a (View) Configuration properties (botón ) y ajustar con la opción Layout. Finalmente, para correr la simulación, presionar el botón *play*.

### Ejercicios:

1. Ajustando parámetros de la figura desplegada por Scope, generar la Figura 4.
2. Exportar la Figura generada desde el menú File.
3. Exportar las señales al Workspace de Matlab. Para esto, usar el bloque To Workspace disponible en la categoría Sinks. ¿En qué variable(s) se exportaron los datos? ¿Como acceder a ellos en Matlab?
4. Experimentar graficando señales propuestas en la parte II de la Práctica 1.



**Figura 3.** Modelo básico para simular algunas señales y graficarlas.



**Figura 4.** Modelo básico para simular algunas señales y graficarlas.

**Nota:** Algunas veces el tiempo de muestreo (separación temporal entre puntos) será insuficiente (sobre todo en la presencia de oscilaciones), para modificarlo ir a *Simulation* → *Model Configuration Parameters* y configurar el *Max step size*, luego ejecutar nuevamente el modelo.

### Algunas buenas prácticas en Simulink:

- Mantener el modelo legible:
  - Hacer uso de anotaciones cortas.
  - Hacer uso de colores para agrupar secciones o bloques, por ejemplo, según función.
  - Ir reorganizando a medida que crecen los modelos, o creando subsistemas para agrupar bloques.
- Tratar de no ocultar parámetros críticos en los bloques, especialmente al tratar con modelos físicos. Una solución a esto es llamando scripts donde están anotados los parámetros. Para esto:
  1. Generar el o los scripts con las variables que contienen los parámetros.
  2. Usar el mismo nombre de las variables dentro de los bloques del modelo.
  3. Llamar al script al inicio de la simulación escribiendo su nombre previamente en *Model Callbacks* → *InitFcn*, menú *Model Properties* en *File*. Siempre recordar que el script debe estar en el mismo directorio del modelo que lo llama.
- Es difícil conocer todo acerca de la herramienta, a medida que avance el curso iremos viendo otros bloques para simular sistemas, para el resto referirse a la [documentación oficial](#) (y google).