

Integrantes: Martín Bojorque, Iván Ulloa

Link del Tutorial: <https://sites.google.com/view/proyectointegradorsimulacionde/inicio>

Matlab

MATLAB (Matrix Laboratory) es una plataforma de programación de alto rendimiento enfocado en computación técnica utilizada en ingeniería para el diseño y análisis de sistemas por medio de modelos. Integra soluciones para la computación, visualización y programación utilizando notación matemática familiar. Sus usos son, entre otros:

- Cómputo matemático
- Desarrollo de algoritmos
- Modelado, simulación y prototipado
- Análisis, exploración y visualización de datos
- Gráficos científicos
- Gráficos para ingeniería
- Desarrollo limitado de aplicaciones con interfaz de usuario
- Machine learning

Esta herramienta cuenta con una extensa librería de funciones matemáticas que permiten procesar información de distintas fuentes como pueden ser archivos, bases de datos o el internet. El código desarrollado en Matlab utiliza un compilador (denominado JIT por “Just in Time Compiler”) que ayuda en su rápida ejecución siendo más eficiente que un código escrito en un lenguaje como Java.

Simulink

Es una extensión de Matlab que provee un ambiente gráfico para el desarrollo de modelos con el objetivo de analizar, simular y visualizar sistemas dinámicos utilizando las funciones matemáticas incluidas en las librerías en conjunto con la posibilidad de crear tus propias funciones. Las funciones de tipo *drag and drop* ayudan en el proceso de modelado funcionando en manera de bloques conectados por líneas de flujo pudiendo simular y analizar el comportamiento de un sistema en mucho menos tiempo del que tomaría modelar uno mediante otros métodos. Simulink soporta la creación de:

- Generación automática de código
- Diseño a nivel de sistema
- Simulación
- Verificación y pruebas de sistemas embebidos

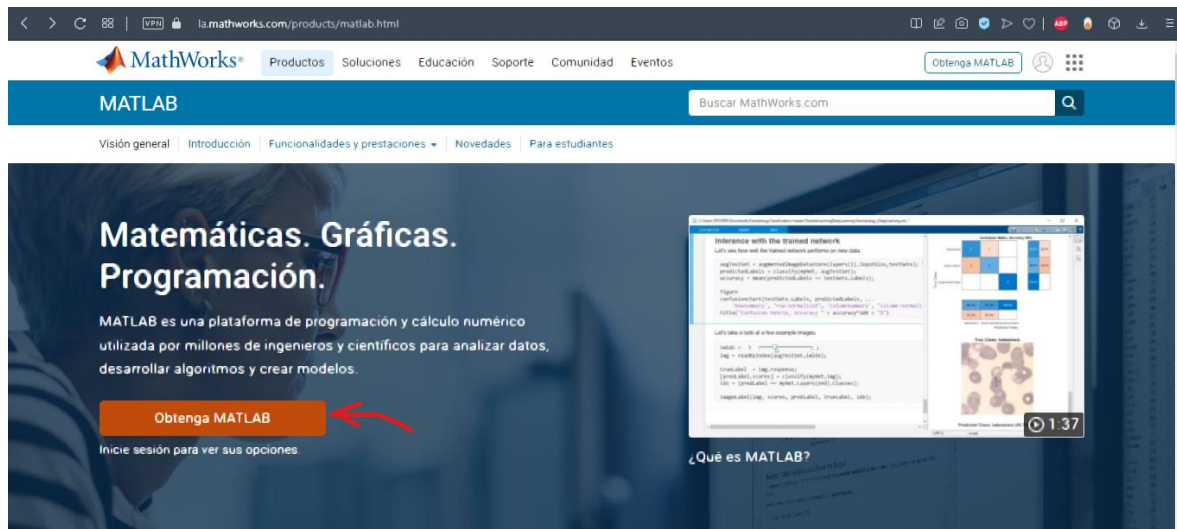
También posee una característica denominada Design Verifier (Verificación de diseño) que permite identificar errores en el modelo y generar escenarios de prueba para comprobación.

Requerimientos de hardware y software

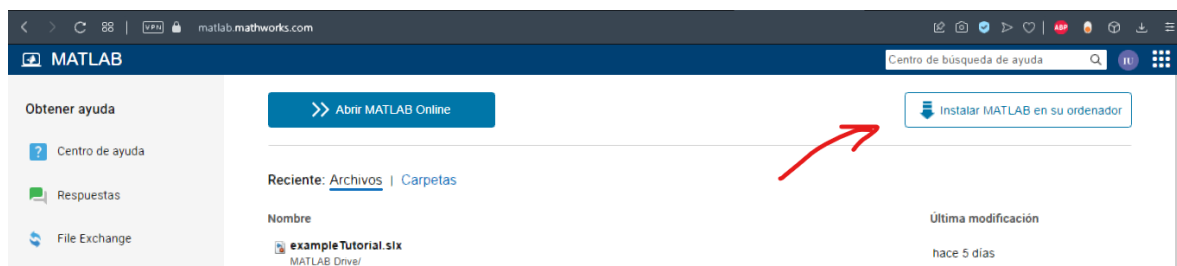
- **Sistema Operativo:** Windows 10/11/Server 2019 (7 o Server 2016 no soportado)
- **Procesador:** Cualquier procesador x64-86 de Intel o AMD (se recomiendan procesadores con 4 o más núcleos lógicos)
- **RAM:** 4GB (8GB recomendado)
- **Disco:** 10GB de espacio en disco (31.5GB para la instalación de todas sus herramientas)
- **Gráficos:** No se requiere ninguna tarjeta gráfica específica (al menos 1GB de memoria virtual gráfica es recomendado para ciertas tareas)

Instalación y Configuración

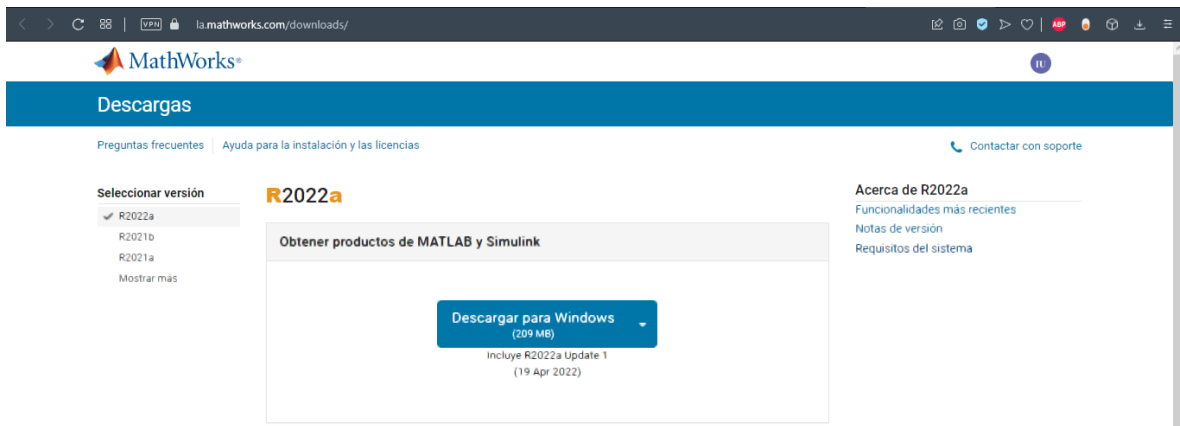
El primer paso es la descarga del instalador en la página oficial de MathWorks, donde nos vamos a la opción “Obtener MATLAB”.



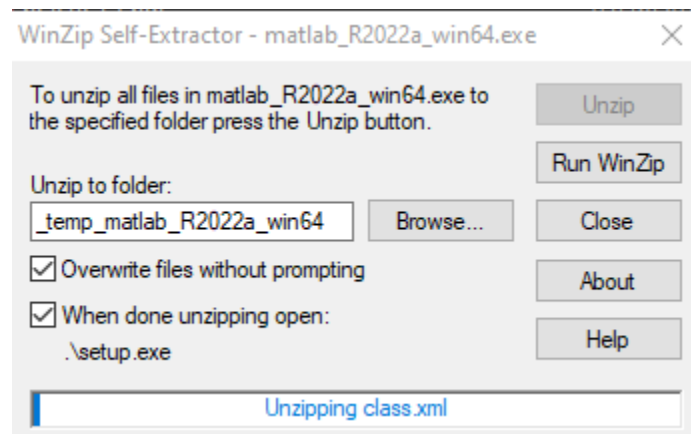
Para poder descargar el instalador tendremos que crear una cuenta en el sitio, si su institución posee una licencia de Matlab es necesario crear la cuenta con la dirección de correo de su institución. Al momento de crear nuestra cuenta se iniciará sesión y nos encontraremos en la página de nuestro perfil, hacemos click en “Instalar MATLAB en su ordenador”



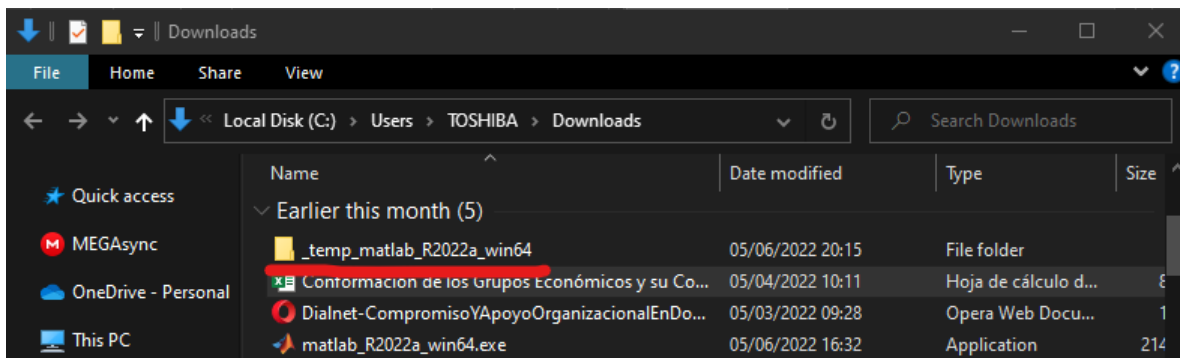
Aquí se nos dará la posibilidad de descargar el instalador dependiendo de nuestro sistema operativo. Damos clic en “Descargar para ... ” en este caso Windows.



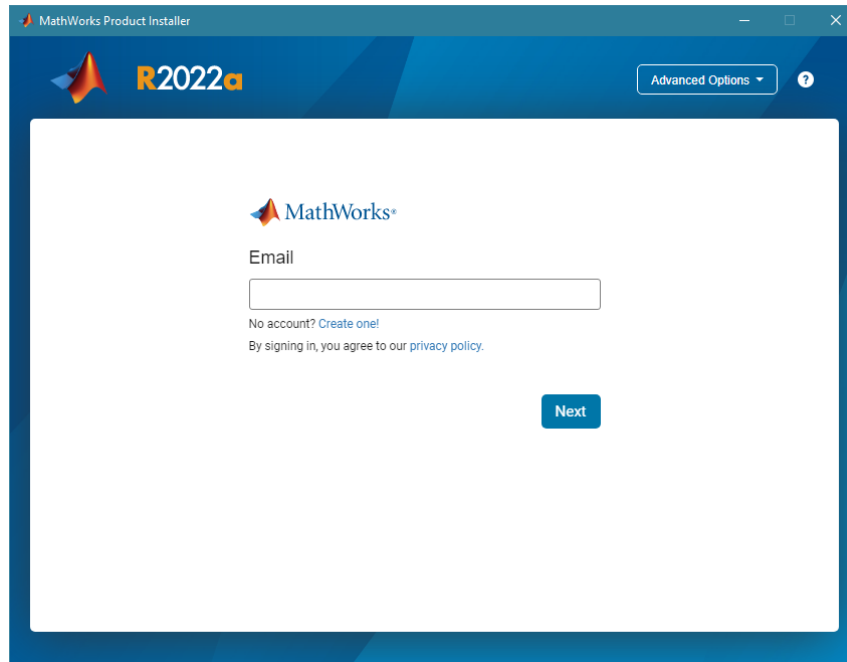
Al momento de iniciar el instalador por primera vez se realizará la descompresión de los archivos necesarios para MATLAB donde se nos mostrará la siguiente pantalla:



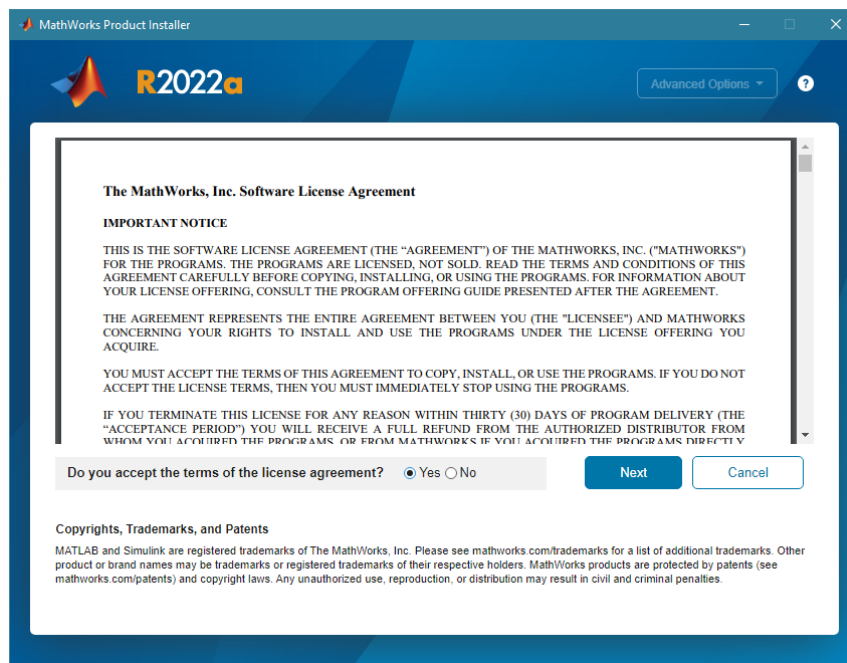
Al momento de concluir con la descompresión se habrá generado una carpeta denominada “_temp_matlab_R2022a_win64” (o la versión descargada). Esta podrá ser eliminada una vez que la instalación concluya.



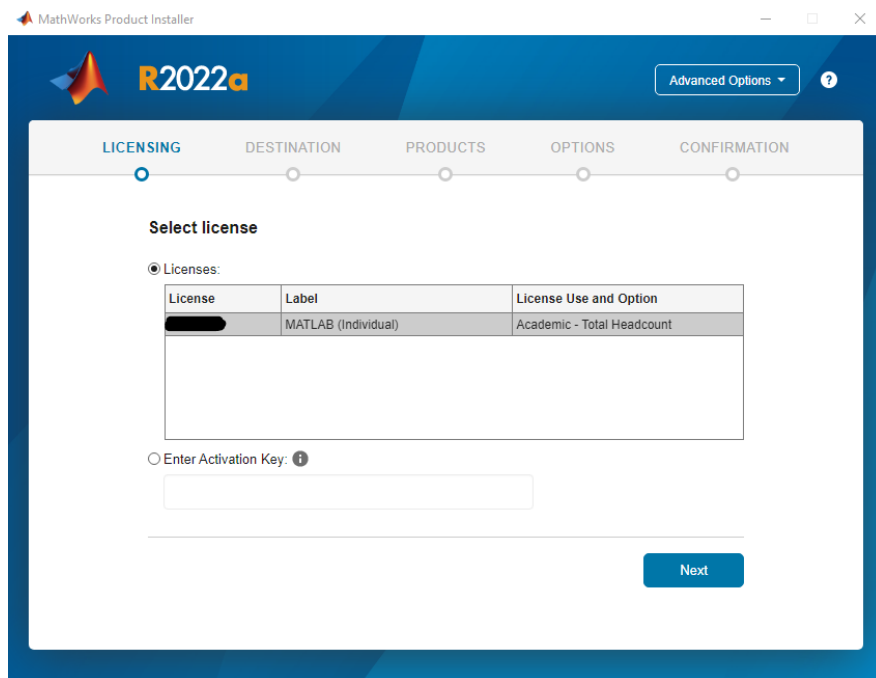
Una vez que el instalador haya iniciado tendremos que iniciar sesión con la cuenta creada anteriormente.



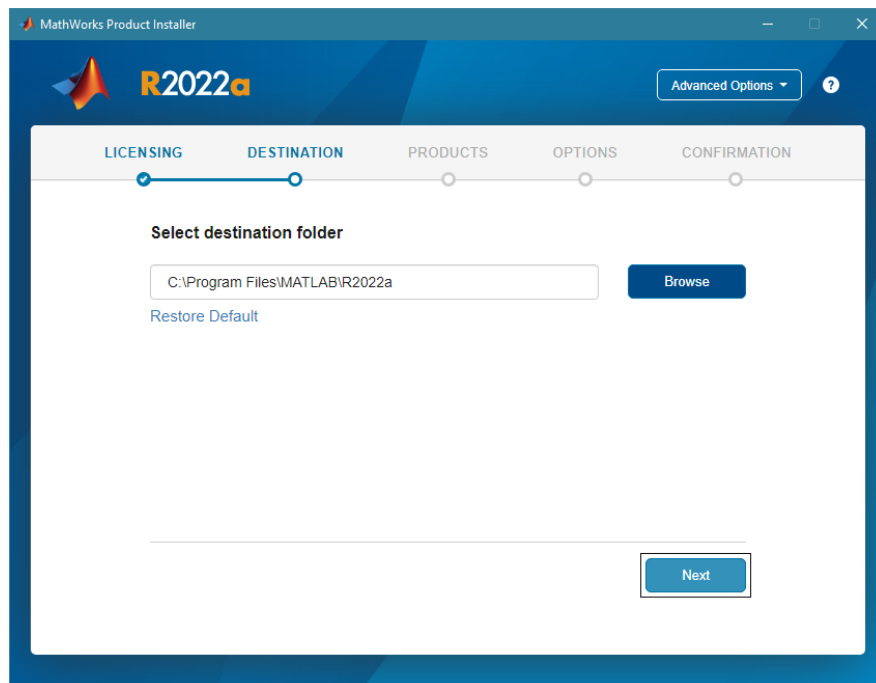
Aceptamos los términos de licencia para MATLAB.



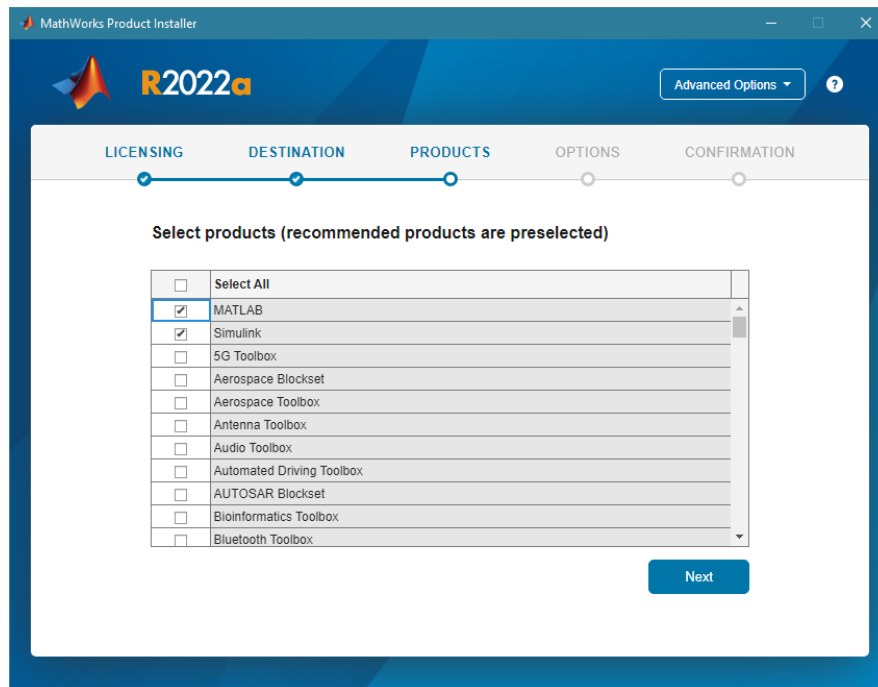
En la pestaña de licencias se nos listará todas las licencias se nos listaran todas las licencias que se encuentran relacionada a esa cuenta o también podemos ingresar una llave de activación si tenemos una licencia comprada recientemente. En mi caso tengo una licencia individual de tipo académico proporcionada por mi institución educativa.



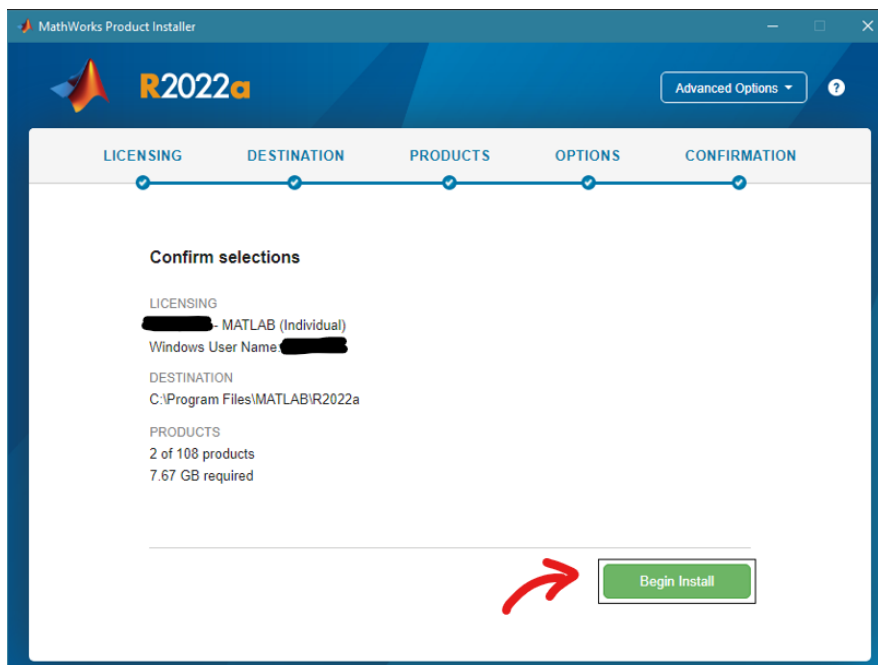
Confirmamos el uso de esa cuenta y esa licencia. Determinamos el directorio en disco en el que se instalarán las herramientas, en este caso lo deje con el directorio por defecto.



A continuación, seleccionaremos los paquetes que queremos instalar en nuestra computadora, tener en cuenta que mientras más herramientas se necesiten el espacio en disco recomendado no será suficiente. En nuestro caso seleccionaremos MATLAB y Simulink.

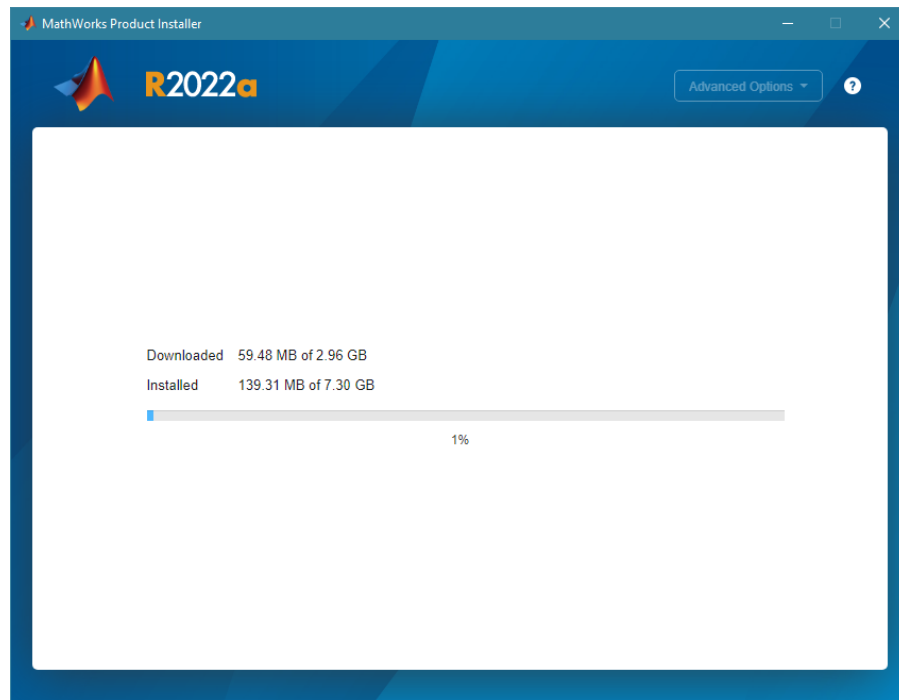


Después de esto se nos mostrarán opciones generales y posteriormente el instalador nos pedirá confirmación mostrando información de la licencia, del usuario local de la computadora actual, el directorio, los productos y por último el espacio necesario en disco. Damos a iniciar instalación (Begin Install).



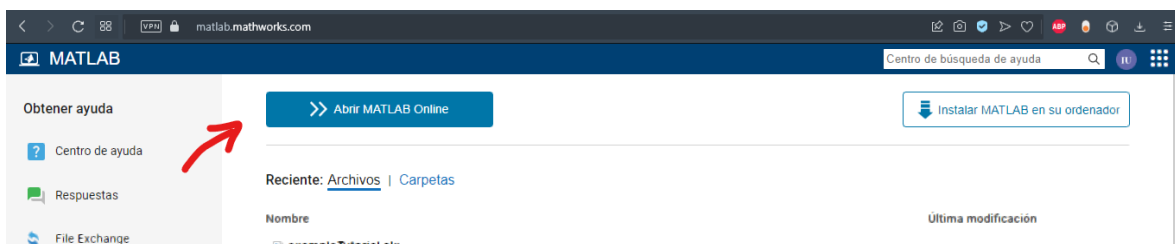
Nuestra instalación habrá comenzado

**NOTA: es necesario tener una conexión al internet estable y evitar que la máquina se bloquee mientras se realiza la instalación.*

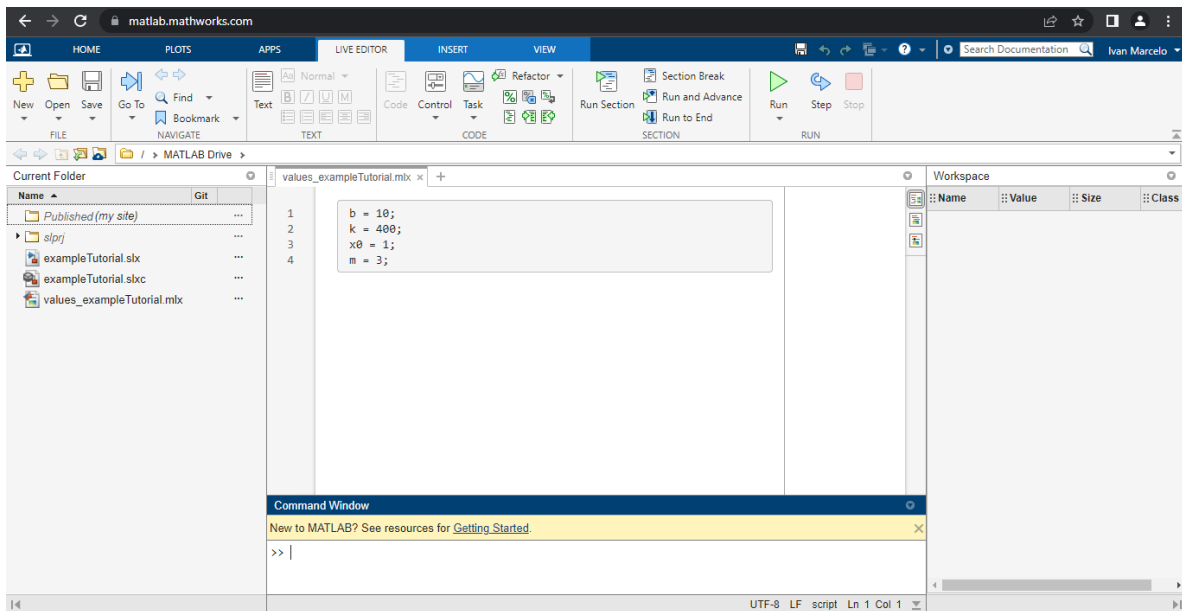


Uso en la nube

MathWorks también ofrece la posibilidad de usar la plataforma de MATLAB y todas sus herramientas por medio de la nube si se posee cualquier tipo de licencia. Regresamos a la pantalla de perfil donde descargamos el instalador y nos vamos a la opción que nos dice “Abrir MATLAB Online”.



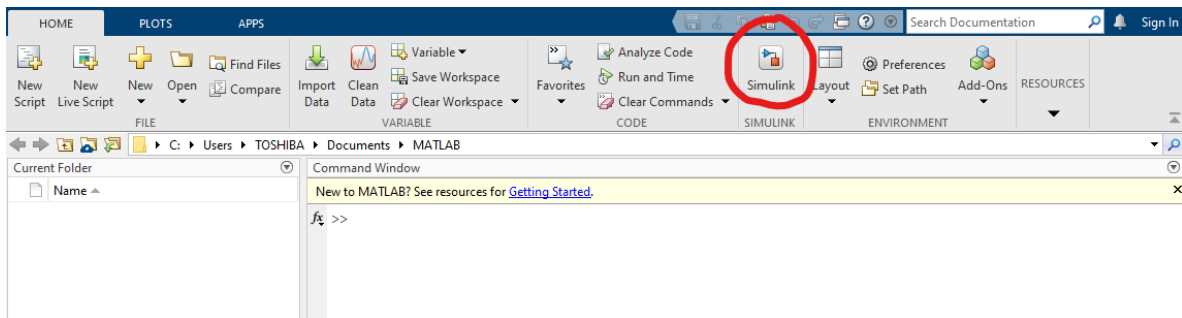
A continuación, se nos abrirá una pestaña con la aplicación de MATLAB virtualmente idéntica a su versión de escritorio y con la posibilidad de usar todas las herramientas incluidas, guardar archivos en la nube y ejecutar tareas pesadas que nuestro computador puede no ser capaz de realizar.



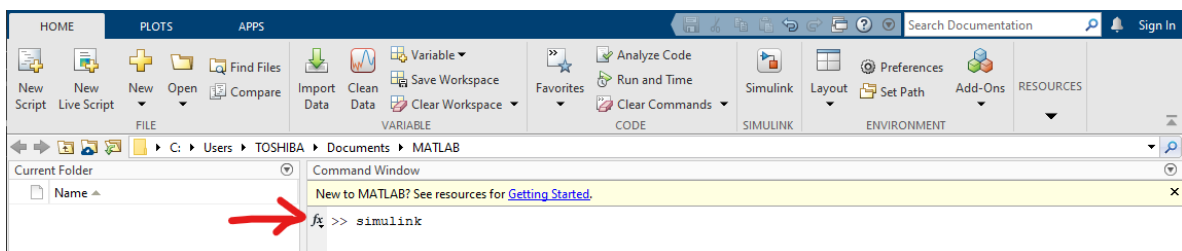
**NOTA: Tener en cuenta que algunos navegadores pueden no ser compatibles con MATLAB en la nube (para el ejemplo se usó Google Chrome). Solo se podrá iniciar una sesión a la vez, si se detecta otra la aplicación preguntará si quiere cerrar la anterior sesión para continuar.*

Uso básico de la aplicación de Simulink

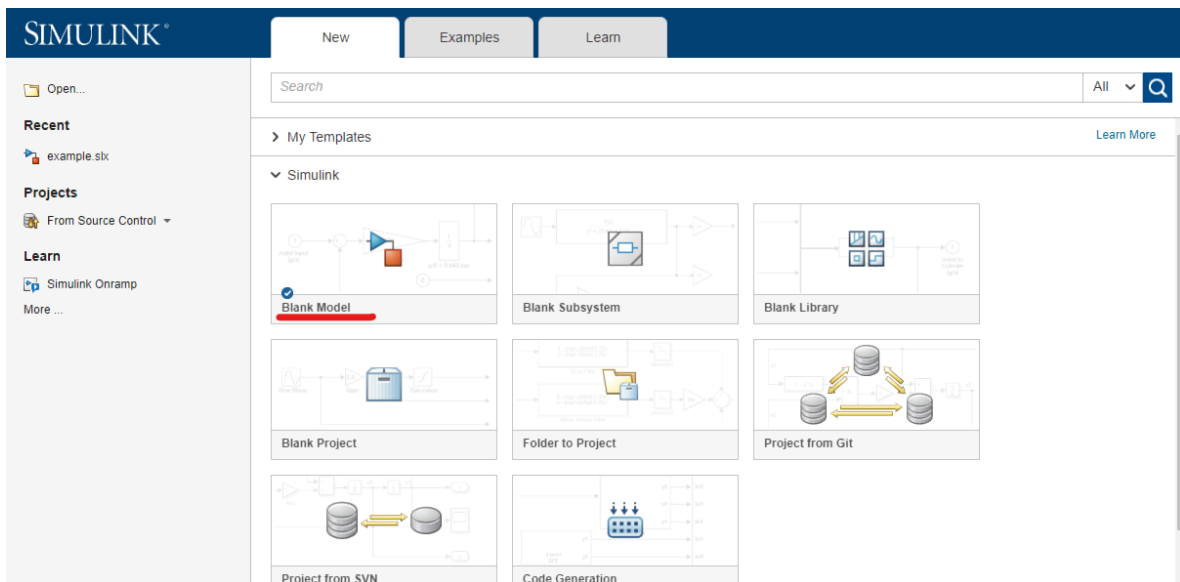
Al iniciar Matlab en el menú superior de Inicio podemos visualizar un botón que dice Simulink.



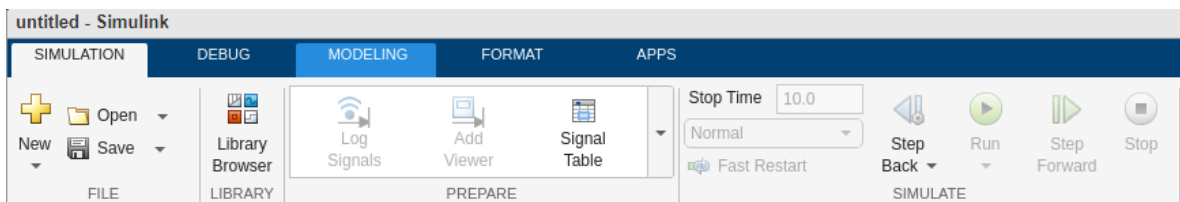
O también podemos utilizar la línea de comandos y tipear `simulink` para realizar la misma acción.



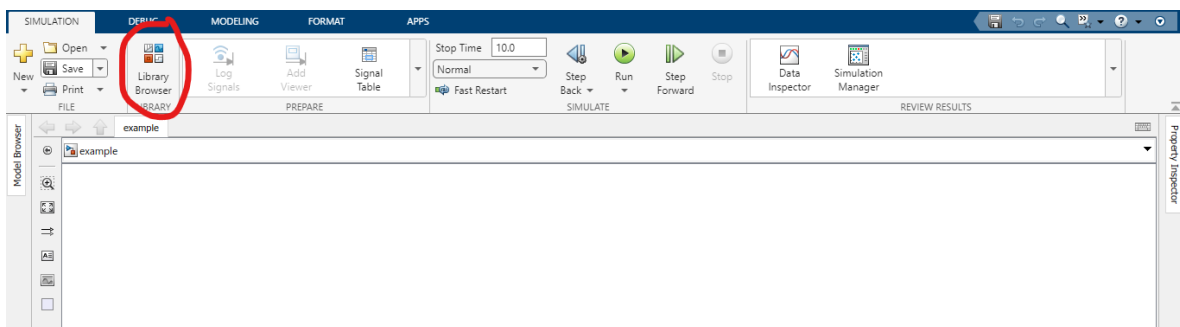
Al iniciar Simulink podremos directamente crear un nuevo modelo en blanco desde la pantalla de inicio. De igual manera podemos iniciar nuestro modelo con plantillas o continuar trabajando en un modelo ya guardado.



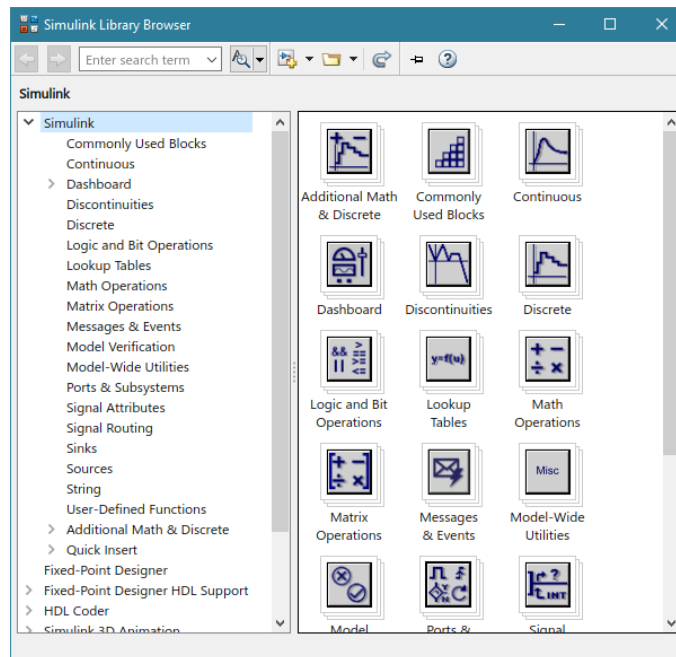
La interfaz separa a la aplicación de Simulink por herramientas en categorías en distintas pestañas. Tenemos la pestaña de simulación con los comandos básicos para construir y correr simulación. La pestaña de debugging para realizar pruebas en el modelo, herramientas de modelo, el formato que se centra en el aspecto estético del modelo y por último aplicaciones incorporadas dentro del ambiente de Matlab



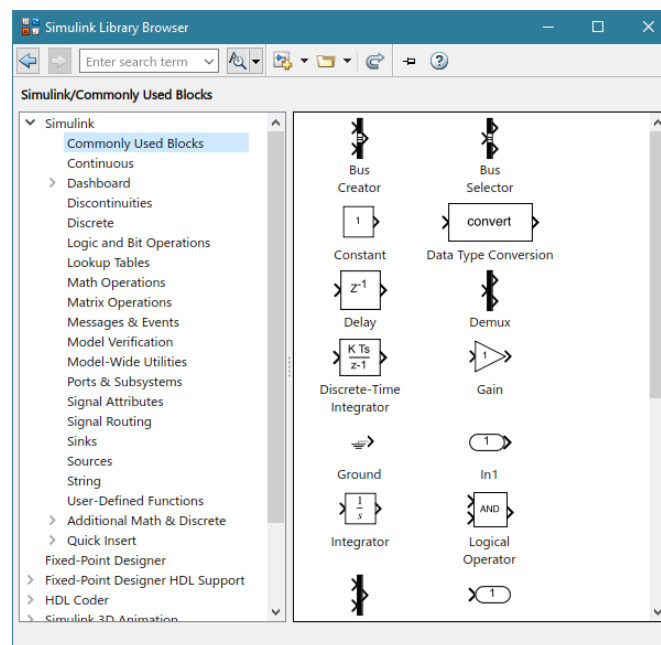
Para ingresar bloques (funciones) en nuestro espacio de trabajo para comenzar a modelar nuestro sistema nos situaremos en la parte superior en la opción Library Browser (Buscador de librerías).



Esto nos abrirá una ventana que contiene todos los bloques existentes en Simulink y también mostrará los bloques existentes en librerías adicionales instaladas en Matlab. Todas estas representan una función matemática, genera una señal de entrada, visualizar datos, entre otras.



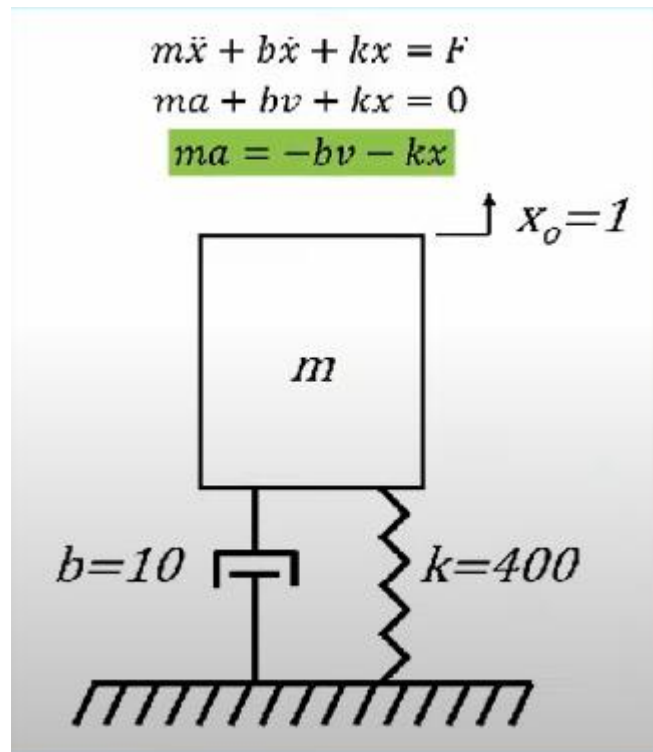
En la sección de “Commonly Used Blocks” podemos encontrar bloques para modelos estándar que no requieren librerías especiales, en nuestro caso los usaremos para construir nuestro primer modelo de ejemplo. Podemos encontrar bloques con operaciones matemáticas básicas, funciones de transferencia, bloques de incremento, osciloscopio, entre otros.



Planteamiento de problema un problema de prueba

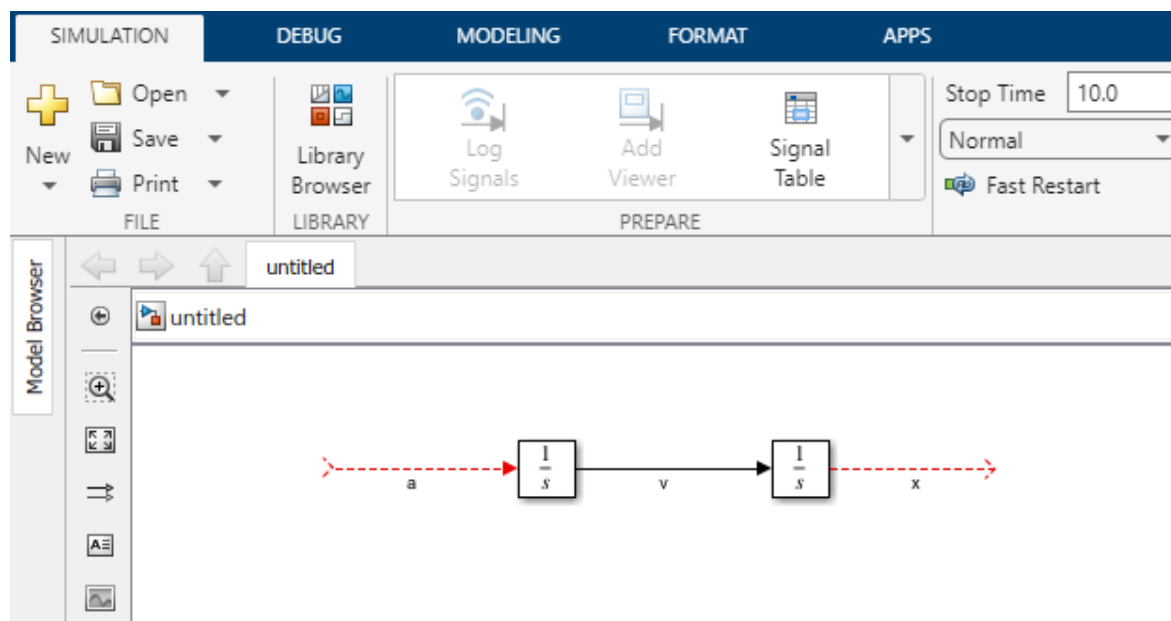
Como un ejemplo se realizará un Sistema Masivo de Resortes y Antivibradores. Esto describe un modelo físico que consiste en nodos discretos masivos conectados mediante una red de antivibradores (dampers) y resortes, ideado para modelar objetos con propiedades materiales complejas en entornos de gráficos por computadora y animación por computadora. El modelo se

define por la siguiente ecuación (en verde) donde esencialmente ma representa la aceleración, bv la velocidad y kx el desplazamiento (cada variable con su respectiva constante).

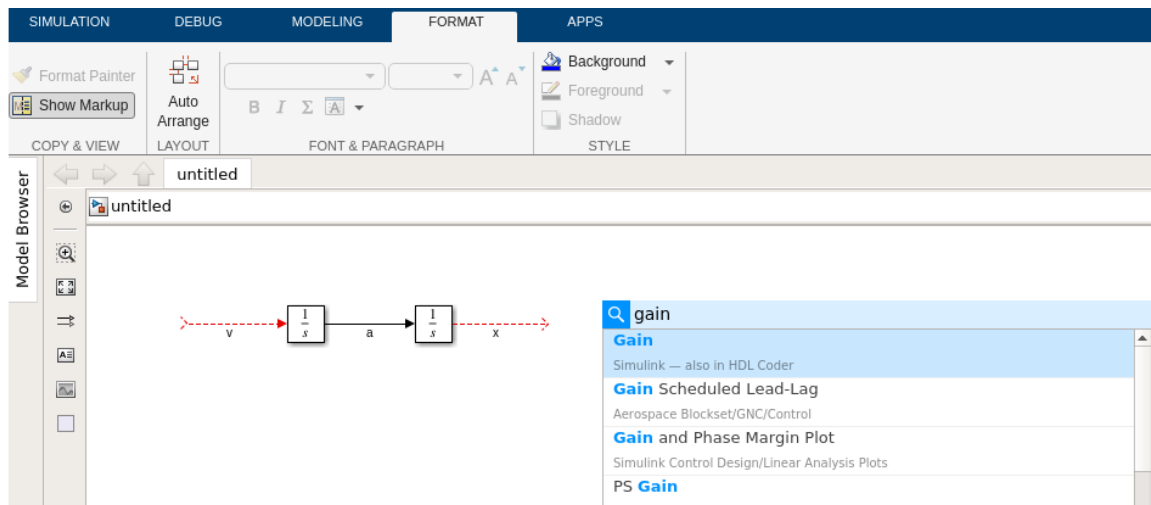


¿Cómo simular algo así con Simulink?

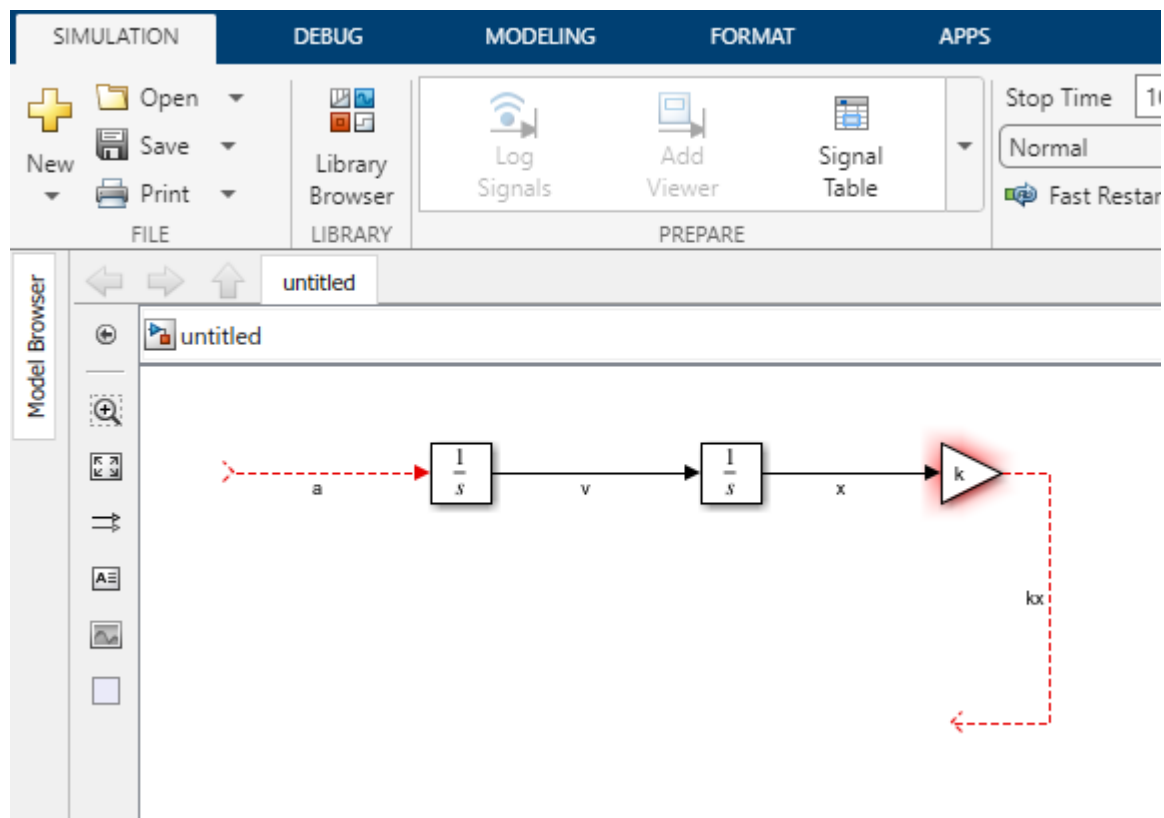
El primer bloque del modelo será un integrador (integrator), este bloque dará como resultado la integral del valor de entrada dependiendo de las variables configuradas en el bloque. Aquí podemos aplicar el concepto matemático de que si integramos la aceleración (a), obtenemos velocidad (v). De igual manera si volvemos a integrar la velocidad, obtenemos el desplazamiento (x).



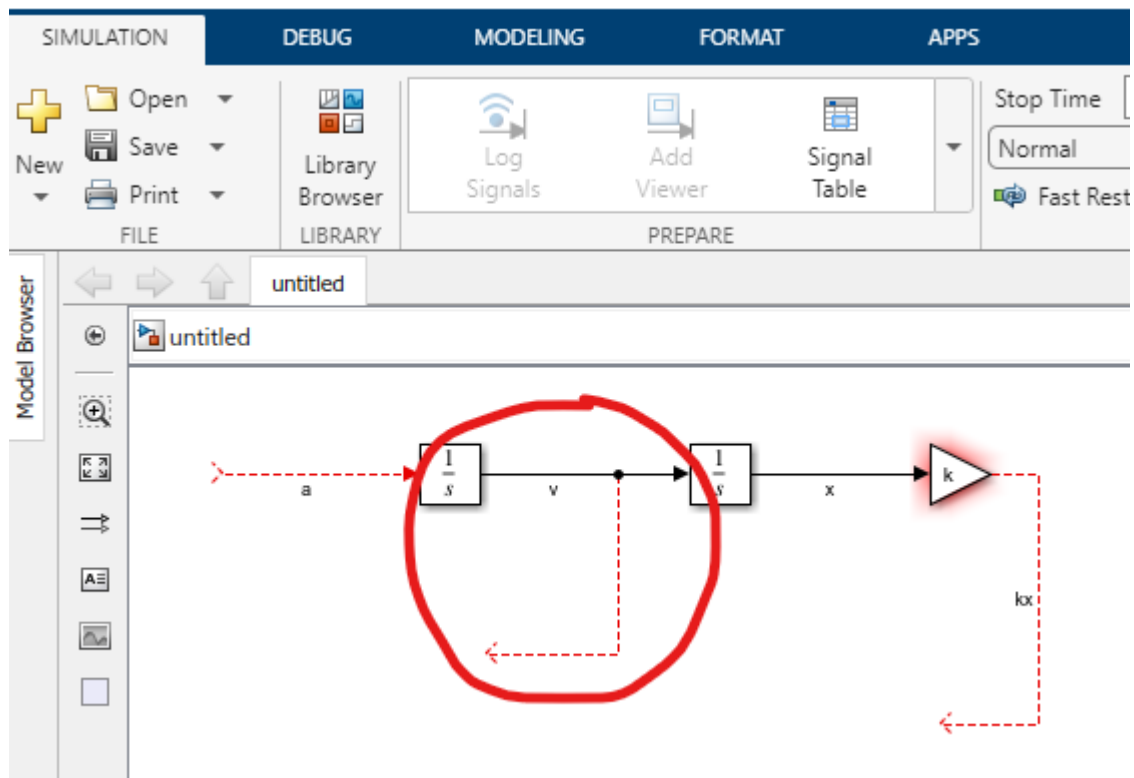
Para el siguiente paso usaremos el bloque de aumento (gain) que multiplica el valor de entrada por una constante. Podríamos ir a buscarlo en la librería directamente, pero si sabemos el nombre del bloque que vamos a usar simplemente hacemos doble click en nuestro espacio de trabajo y escribimos el nombre del bloque.



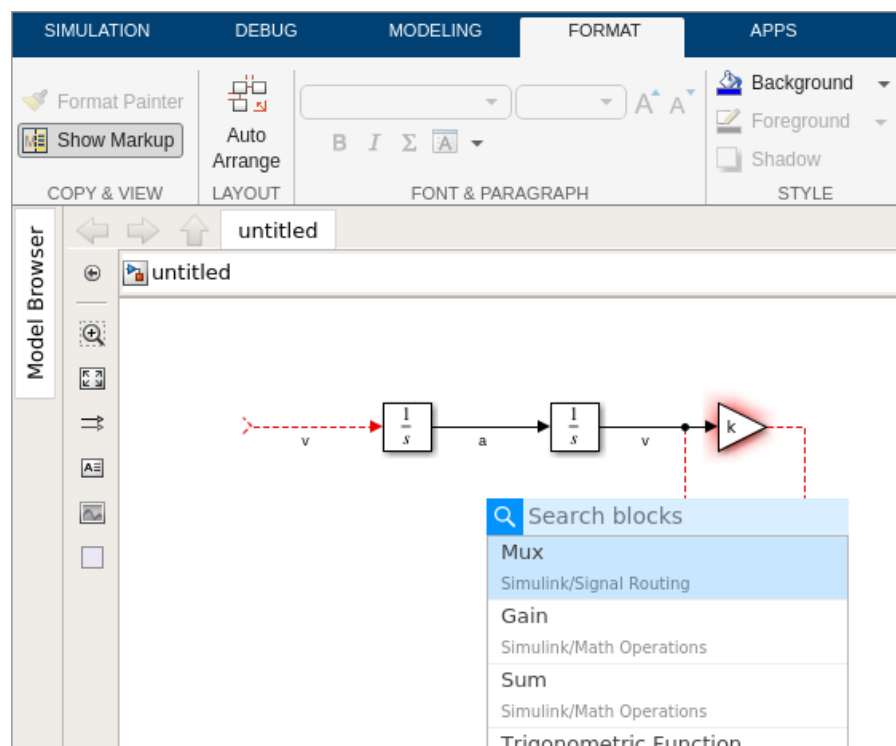
El bloque de aumento será nuestra constante K, siendo el resultado de esto kx .



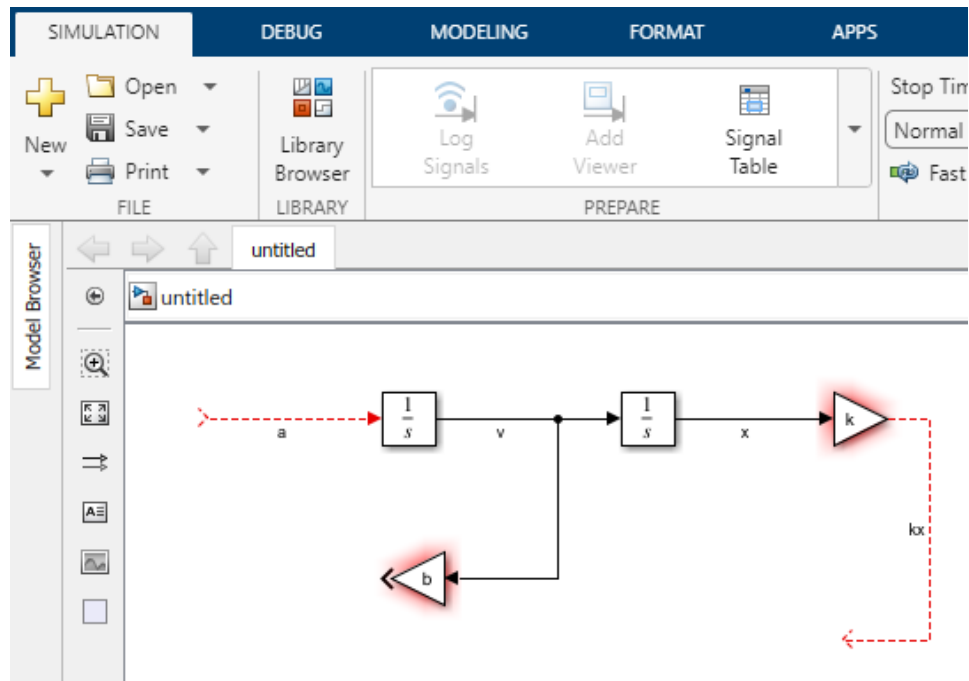
Si necesitamos la misma salida para alguna otra operación podemos crear flujo desde esa salida haciendo click derecho en la salida original.



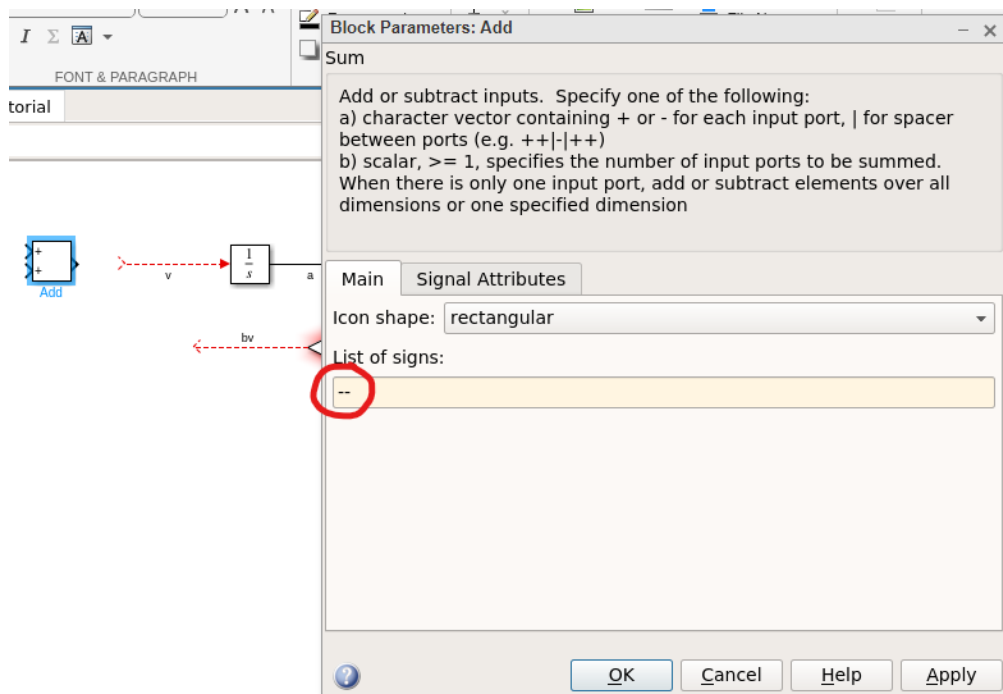
También vale la pena mencionar que existe otra manera de insertar nuevos bloques en el modelo, al hacer doble click en una conexión que aún no ha sido usada (las conexiones rojas) se nos dará sugerencias de bloques que podemos usar que son compatibles con esa salida.



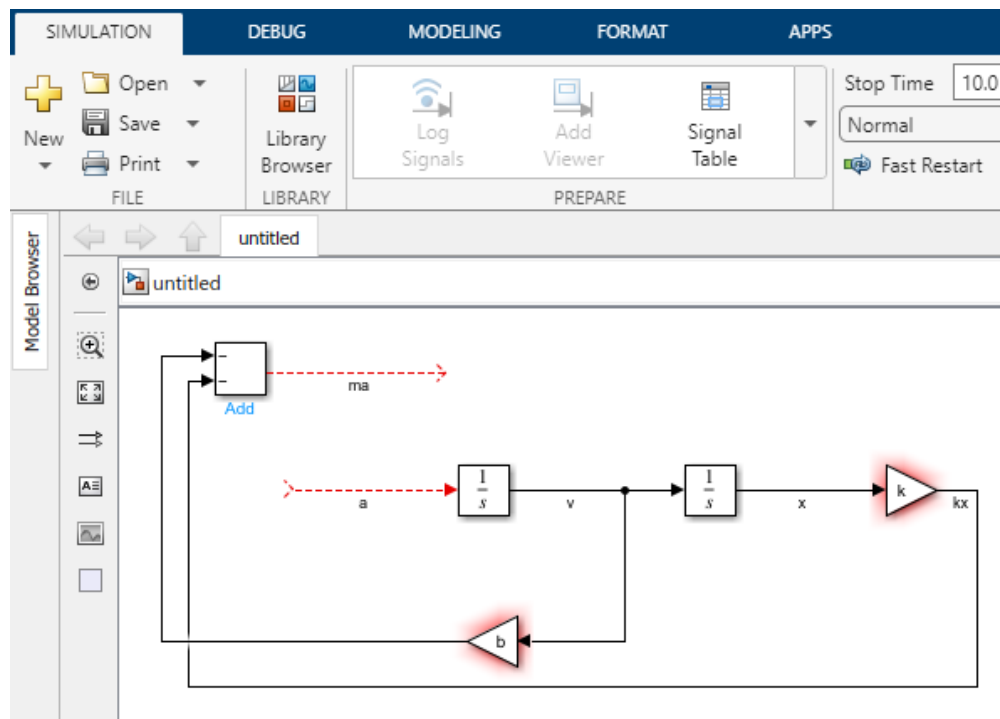
Insertamos otro bloque de aumento con otra constante b que se representa en la ecuación. Simulink nos dará conflicto ya que ni las constantes están definidas, lo veremos más adelante.



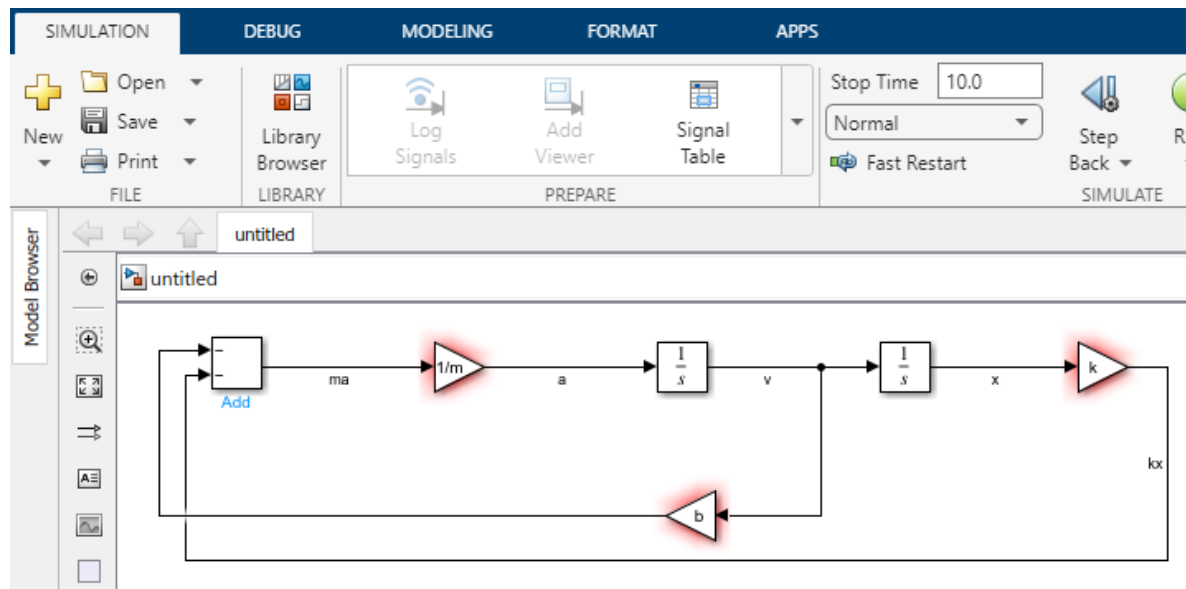
Como siguiente paso insertamos el bloque Add (añadir) que nos dará la posibilidad de realizar operaciones matemáticas de suma a dos o más valores de entrada. En este caso especificamos que los signos sean "--", opuesto al valor por defecto "--" ya que se puede observar en nuestra ecuación que los bv y kx tiene signos negativos.



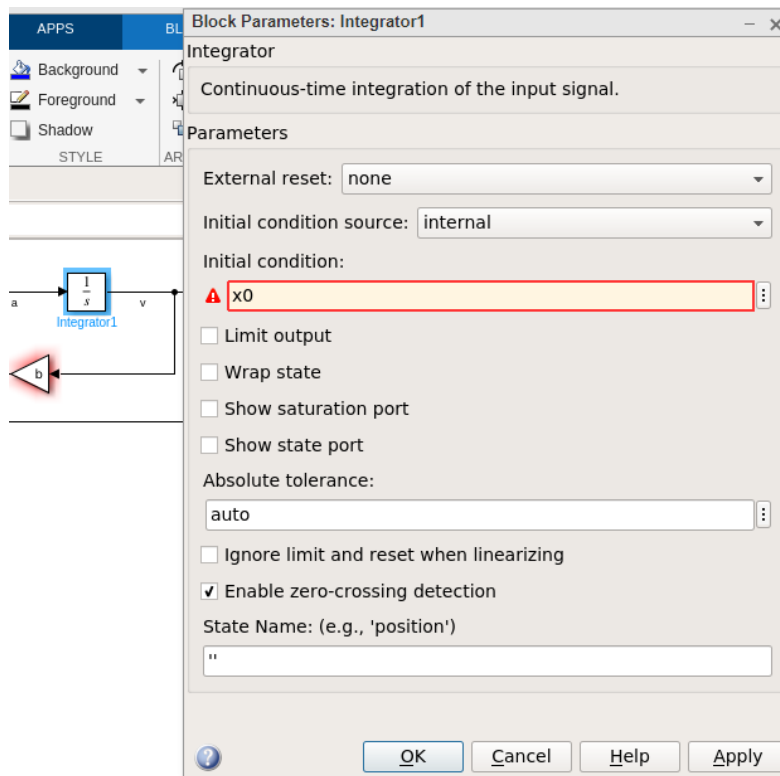
Lo conectamos y el resultado de esta suma será ma .



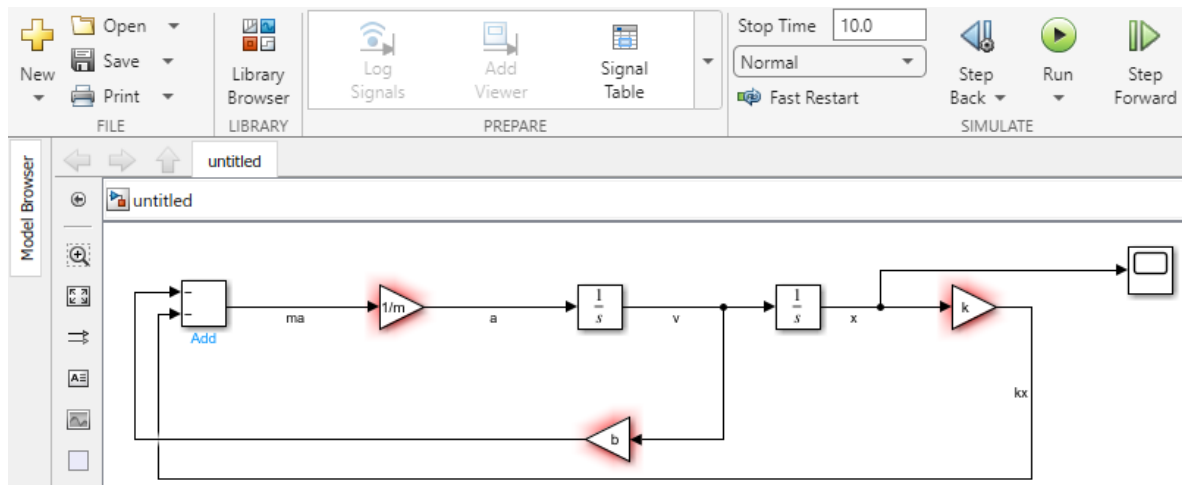
Para concluir con el modelo ingresamos otro bloque de Gain que represente el valor de $1/m$ que será la velocidad de inicio y a su vez retroalimentará el sistema.



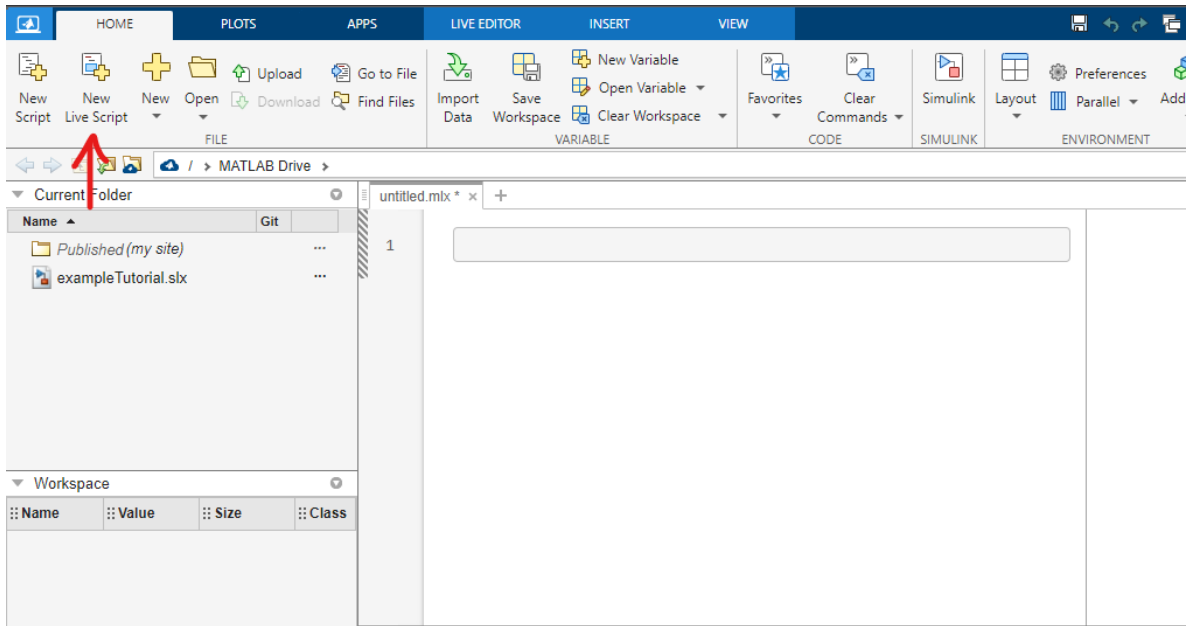
En el sistema podemos ver $x0 = 1$ como condición inicial, eso se puede implementar ingresando al primer bloque de integración. En este caso también lo determinaremos por una variable denominada $x0$.



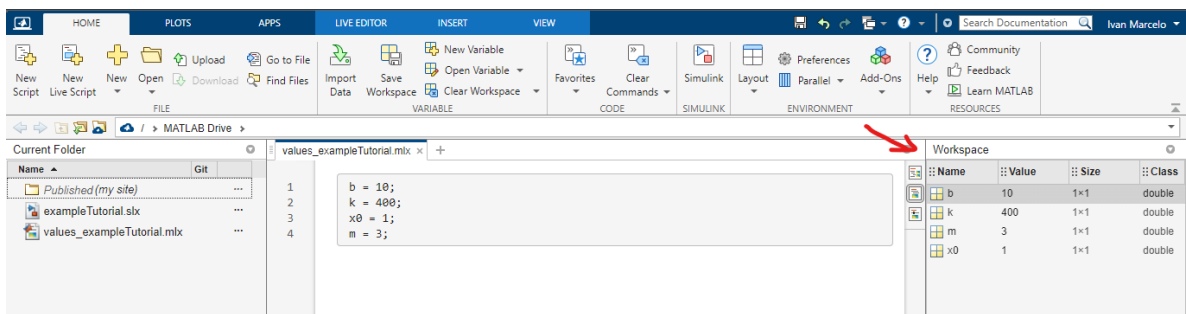
Para la visualización de los datos obtenidos en la simulación podemos utilizar el bloque de Scope que funciona esencialmente como un osciloscopio que nos ayuda a visualizar el flujo de datos en forma de una señal.



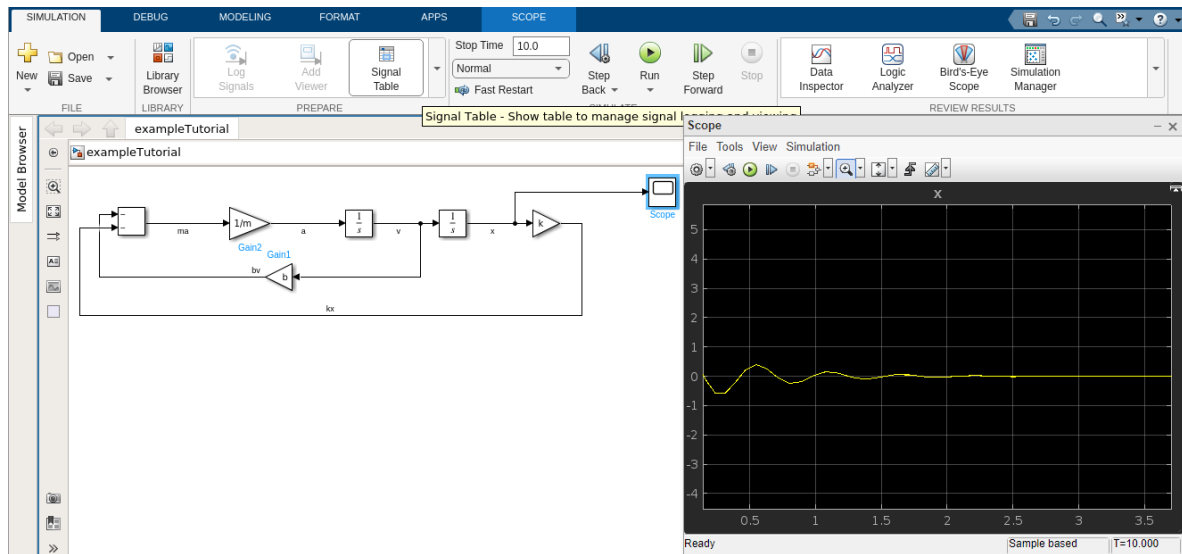
El siguiente paso es definir todas esas variables que utilizamos dentro del modelo, para eso regresamos al entorno de Matlab y creamos un nuevo Live Script que funcionan esencialmente como cuadernos con código y texto en formato.



En este archivo definimos el valor inicial de cada variable que necesitamos en nuestro modelo. Al momento que hacemos correr la definición de las variables podemos ver en la pestaña de Workspace que las variables definidas se encuentran listadas, estas variables serán utilizadas en todo el entorno de Matlab mientras ese Workspace esté vivo. Esto quiere decir que las variables podrán ser utilizadas en Simulink también.



Ahora podemos correr nuestra simulación, en este caso por 10 segundos (no es tiempo real) y ver el comportamiento en el osciloscopio. Podemos acercarnos más pulsando Shift + Click Izquierdo.



Ya que las variables son generadas por el script podemos modificarlas para sacar diferentes resultados en la simulación o incluso generar un script que nos permita realizar varias simulaciones cambiando variables. Como **resultado** obtenemos el comportamiento de nuestra función inicial representado en una gráfica, donde el modelo sería un material con las características físicas determinadas por las variables en el archivo de MATLAB, pudiendo modificarlas para ajustarse a las necesidades del material a simular.

Conclusiones y recomendaciones

- Simulink es una herramienta bastante confiable para la simulación computacional debido a las ventajas de tener la posibilidad de modelar sistemas usando bloques que representan funciones y operaciones básicas (e incluso de cierta complejidad) sin la necesidad de un conocimiento extendido en programación.
- También posee otra ventaja que permite realizar modelos incluso más complejos (esta vez con más conocimientos de programación) utilizando MATLAB como plataforma de desarrollo para las funciones necesarias en tu modelo si estas no se encuentran disponibles en la extensa biblioteca o no cumplen tus expectativas.
- Los bloques también pueden ayudar a simplificar la visualización del modelo, con las debidas etiqueta y orden de los bloques el modelo podría llegar a ser bastante descriptivo abstrayendo la información central del funcionamiento del sistema.
- MathWorks y su plataforma en la nube benefician a aquellos usuarios que no poseen los requerimientos necesarios de hardware y software para el desarrollo de su modelo. También habilita un desarrollo ágil en donde los modelos siempre estarán en la nube y podrán ser accedidos desde cualquier computador con un navegador compatible para continuar con su desarrollo o realizar pruebas.

Planificación, modelado y etapas de una simulación basado en eventos discretos para identificar los recursos (humanos, dinero, espacios) de las remesas enviadas por los inmigrantes. Los pasos para el envío y recepción de dinero se describen a continuación:

- *Investigar y seleccionar una provincia o ciudad para el análisis y el caso de estudio de las remesas.*

La provincia seleccionada fue el Guayas, uno de los centros económicos más importantes del país y la provincia con mayor número de ingreso de remesas al país. La información fue tomada de documentos oficiales provistos por el Banco Central de Ecuador (BCE) en los siguientes enlaces:

<https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica/sector-externo>
https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/Remesas/RemesasIntegradoWEB_PUB.xlsx

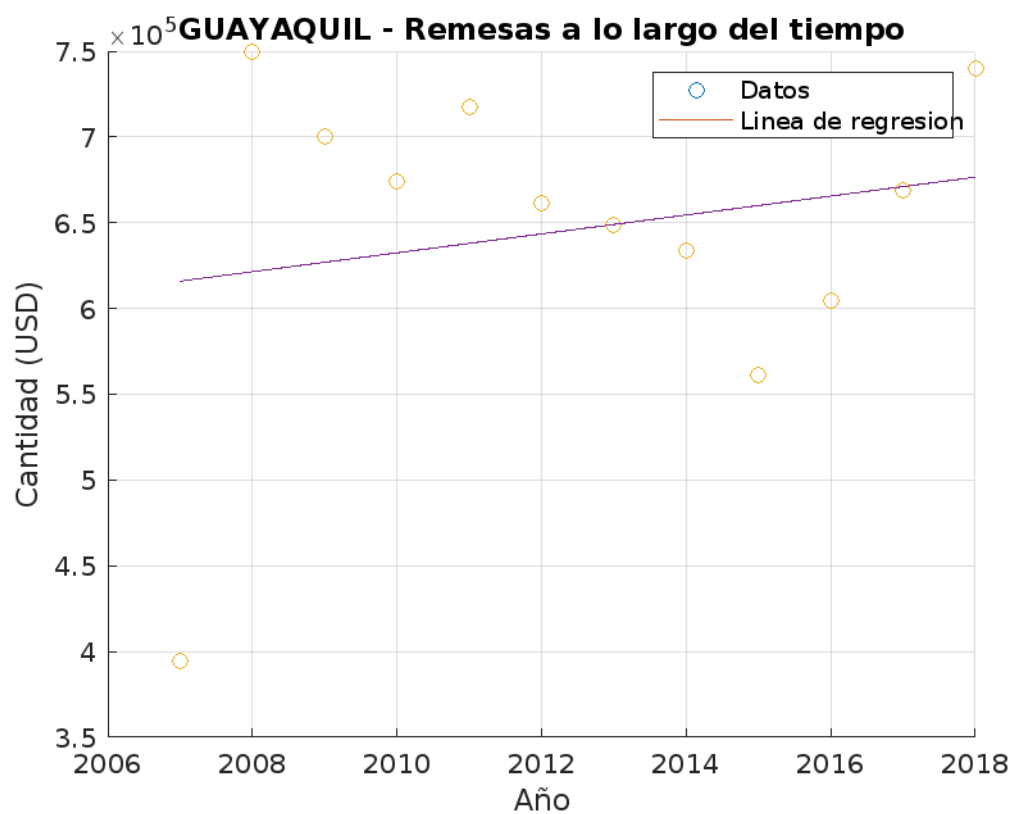
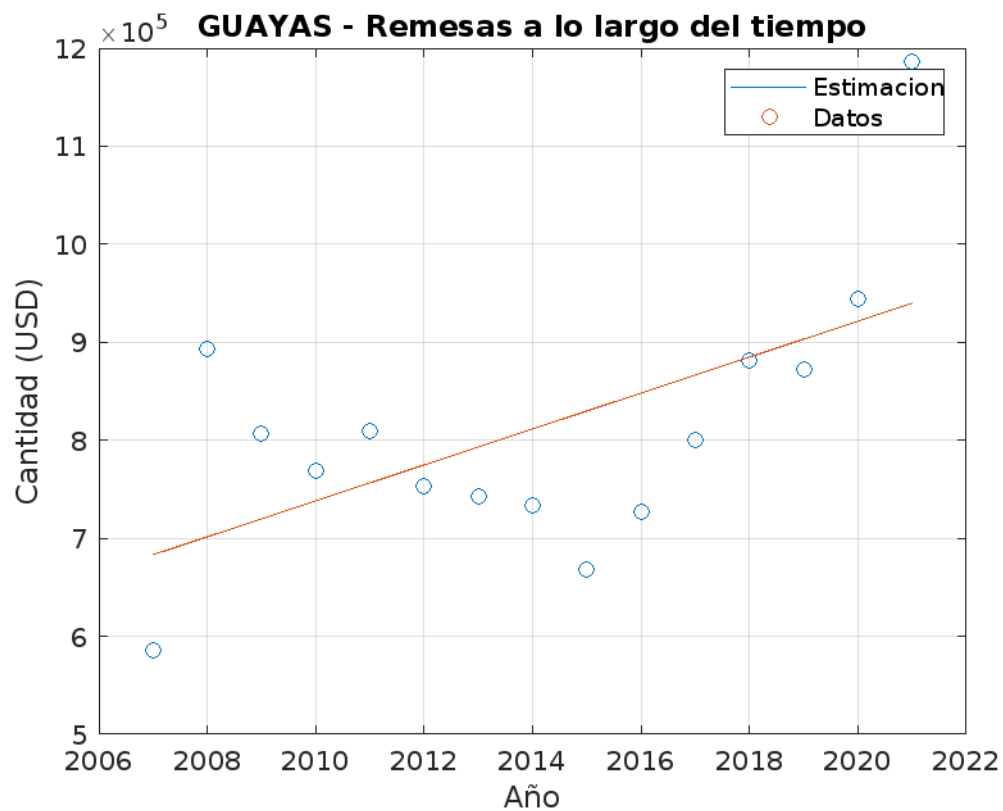
Los datos encontrados solo detallan información verídica desde el año 2007 si hablamos de Provincias específicas, mucha de la información se presenta solamente en gráficas de las cuales nunca se citan fuentes o conjuntos de datos usados. Existe información por cantón y localidad actualizada hasta el año 2018. Posiblemente toda la información restante esté disponible para uso interno en el Banco Central, pero sin posibilidad de obtención para el público general. Existe información histórica de las remesas en el país que se puede observar en el Banco Internacional, pero esta es general y no detalla provincias o ciudades. Los datos encontrados están limitados a las remesas en USD que ingresaron al país, al igual que datos específicos de las remesas (limitadas al periodo 2007-2018). La información obtenida se encuentra en el repositorio.

También se pudo encontrar dato acerca de los países de origen de las remesas, pero estos datos son generales para todo el país. Sin embargo, ofrecen información importante que puede ser utilizada en una simulación.

El problema de estudio tratará de centrarse en la información que se pudo obtener, en este caso nos centraremos en los ingresos recibidos en la provincia del Guayas y sus distintos cantones. Al estudiar la provincia con más ingresos de remesas del Ecuador incluso tomar información de todo el país (como es el caso de los datos de país de origen) brindará soporte en el desarrollo del modelo y la simulación.

- *Generar un sistema de regresión lineal que permita identificar y modelar el comportamiento basado en datos histórico y de predicción*

Se desarrolló un sistema simple que nos permite visualizar la evolución de las remesas en la provincia en general y también de cada uno de sus cantones en conjunto con la regresión lineal que nos brindará cierto grado de predicción. A continuación, tenemos un ejemplo:



- *Identificar las variables de interés con el objetivo de identificar el valor de remesas para los próximos meses.*