



Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Computadores

CE-1114 Proyecto de Aplicación de la Ingeniería en
Computadores

Manual de Usuario

Toolbox de Simulación para Análisis de Señales Mixtas

Profesor

Luis Diego Noguera Mena

Profesor Asesor

Luis Alberto Chavarría Zamora

Elaborado por

Daniel Montoya Rivera - 2020324854

Grupo 1

Cartago, II Semestre 2025

1. Inicio de la Aplicación

1. Inicie el archivo ejecutable del proyecto (.exe) en la ruta Simulator_App/dist. Una vez iniciado, observará la siguiente pantalla:

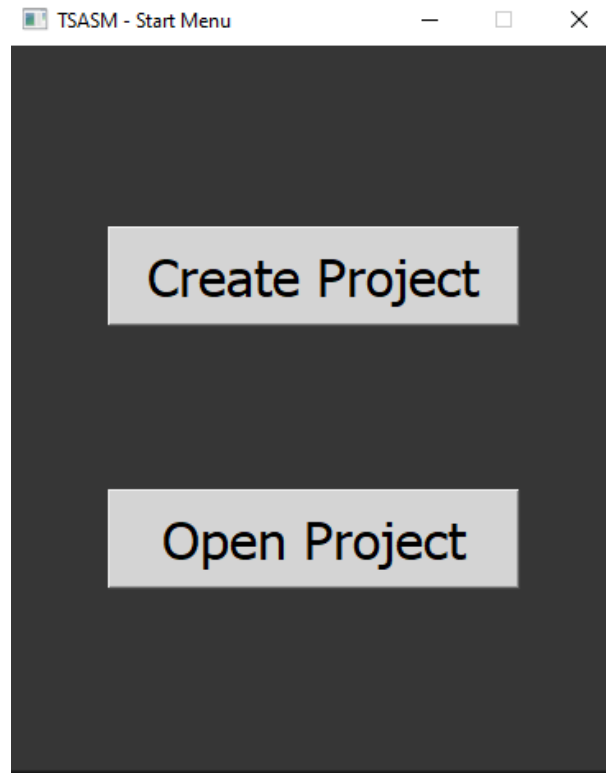
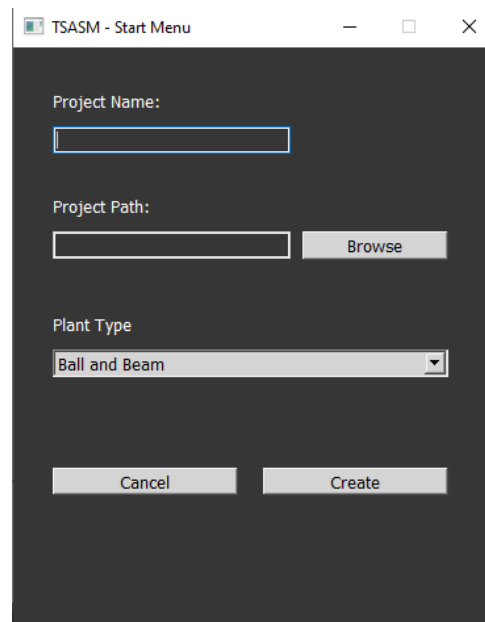


Figura 1: Menu de Inicio

Si selecciona Create Project, diríjase al paso 2. Si selecciona Open Project, diríjase al paso 5

2. Una vez haya seleccionado Create Project observará la siguiente pantalla

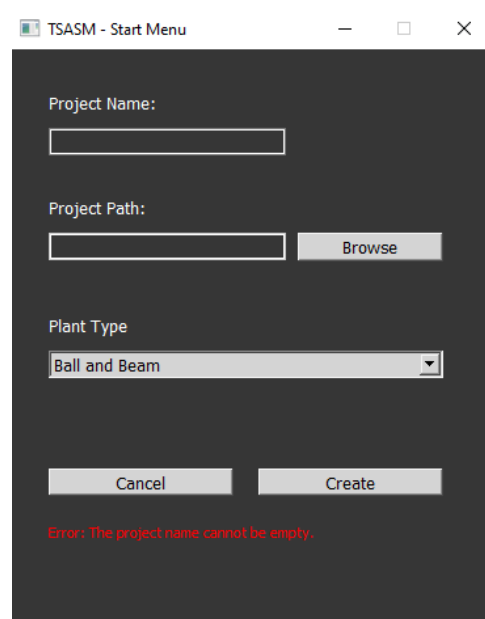


The screenshot shows a window titled "TSASM - Start Menu". It contains three input fields: "Project Name:" with an empty text box, "Project Path:" with an empty text box and a "Browse" button to its right, and "Plant Type" with a dropdown menu showing "Ball and Beam". At the bottom are "Cancel" and "Create" buttons.

Figura 2: Vista de Crear Proyecto

3. En esta interfaz se solicita ingresar el nombre del proyecto, la ruta donde se guardará y el tipo de planta (Ball and Beam, DC Motor Speed Control, DC Motor Position Control o Personalized Plant). También puede cancelar la creación para regresar a la vista anterior.

Es importante que el nombre y la ruta del proyecto no estén vacíos, y que no exista otro proyecto con el mismo nombre en la ruta seleccionada.



This screenshot is identical to Figure 2, but with an error message at the bottom: "Error: The project name cannot be empty." in red text.

Figura 3: Mensaje de Error al Crear Proyecto

4. La interfaz de creación de proyecto también tiene dos botones: Create y Cancel. Si selecciona Create, diríjase a la sección Simulador; si selecciona Cancel, volverá a la interfaz del paso 1.

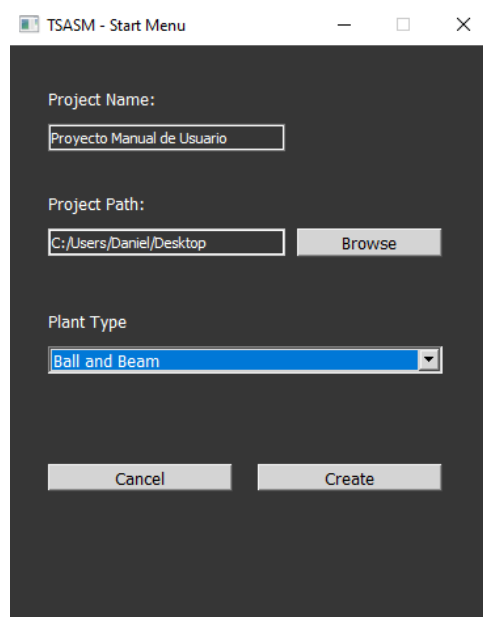


Figura 4: Creación de Proyecto

A continuación, en el paso 5 se explica cómo se abre un proyecto existente.

5. Cuando seleccione el botón de Open Project, se le abrirá un explorador de archivos, donde podrá escoger un proyecto previamente trabajado.

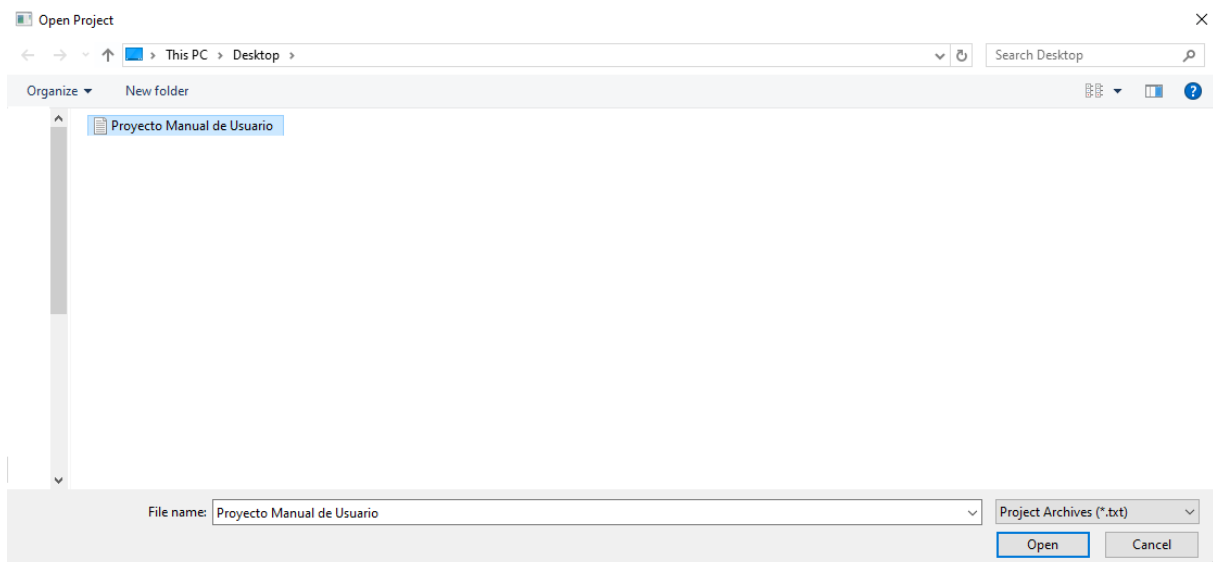


Figura 5: Abrir un Proyecto

6. En caso de que el archivo no contenga todos los datos necesarios, sean inválidos o se encuentre corrupto, se le notificará al usuario con un mensaje en rojo.

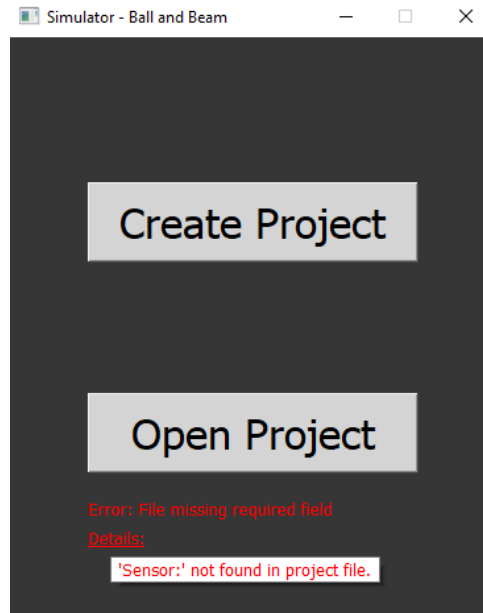


Figura 6: Mensaje de Error al Abrir un Proyecto

Si ha seleccionado cancel se le regresará a la interfaz del paso 1. Si seleccionó Open y el archivo es válido se le redireccionará a la interfaz del simulador.

2. Simulador

1. Cuando haya creado un nuevo proyecto se le mostrará la siguiente pantalla.

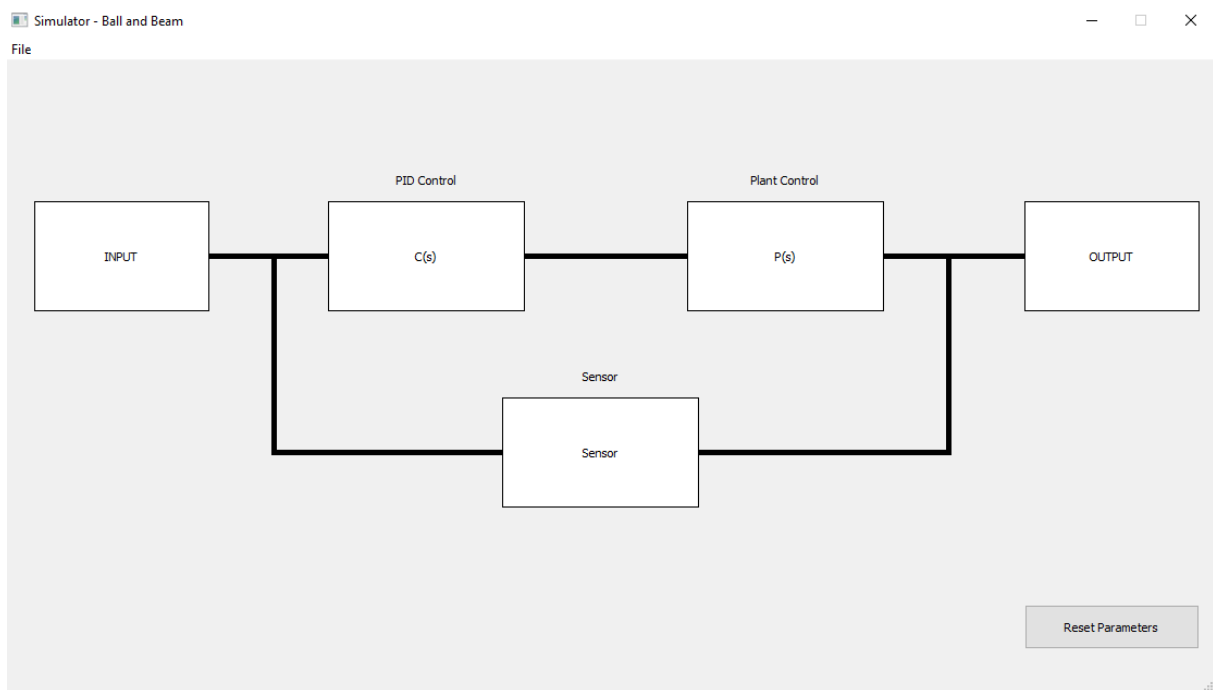


Figura 7: Menu de Inicio

En caso de haber abierto un archivo eistente se le mostrará la siguiente interfaz:

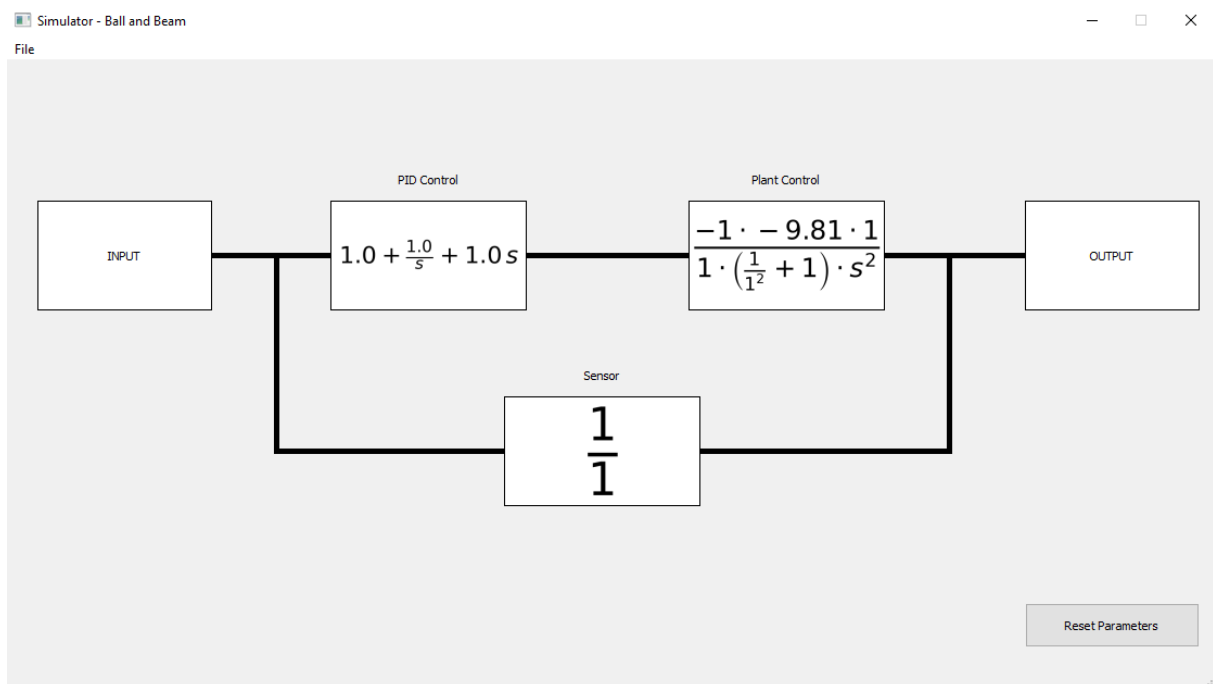


Figura 8: Menu de Inicio

Ambas interfaces son equivalentes: la primera muestra el diagrama de bloques del sistema PID, mientras que la segunda carga automáticamente los valores guardados en el archivo del proyecto y los muestra. Cada bloque del sistema tiene un mensaje emergente con información cuando se le acerca el mouse.

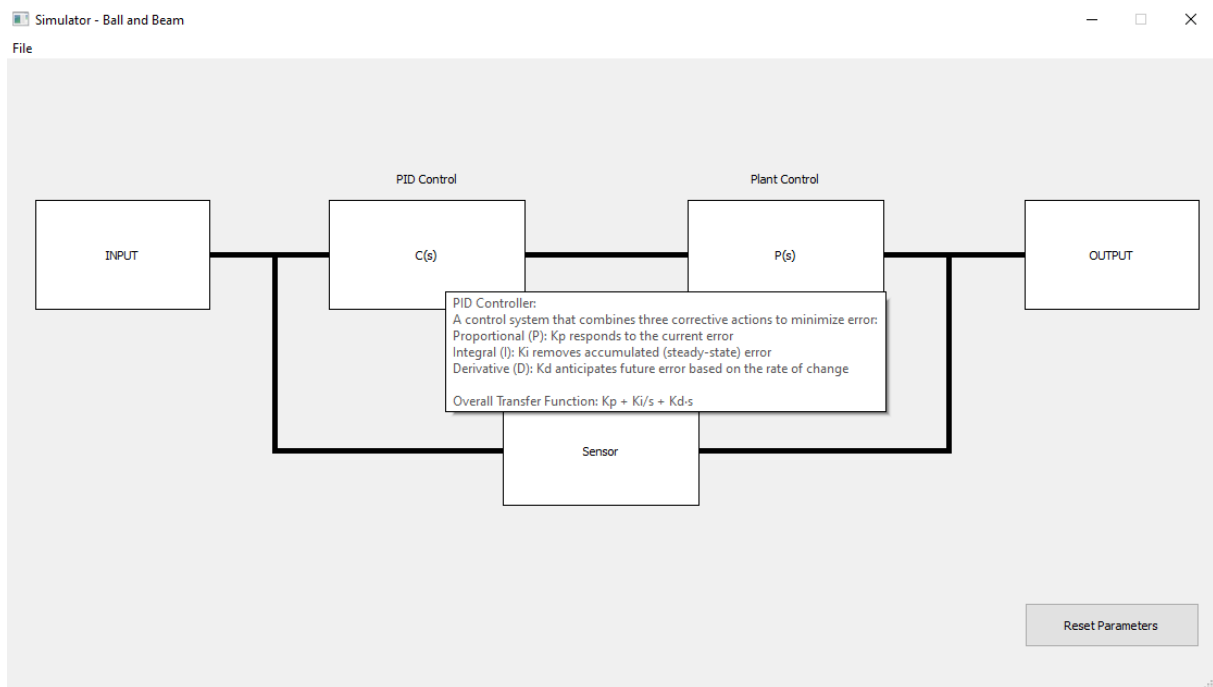


Figura 9: Mensaje Emergente de Bloque PID

En los siguientes pasos se muestran y explican los accesos a las diferentes partes del sistema:

- Input.
- Controlador PID.
- Planta.
- Sensor.
- Guardado de Configuración.
- Output.

2. Al seleccionar el bloque de entrada (Input) del sistema se le abrirá una ventana emergente donde se le solicitará ingresar el tiempo donde ocurrirá el escalón (Step Time), el valor inicial (Initial Value) y valor final (Final Value), el tiempo total del gráfico (Total Time) y la cantidad de muestras que se generarán en función del tiempo dado (Sample Time).

El sistema incluye validaciones que impiden ingresar valores inválidos, como un Total Time negativo o un Step Time igual al Total Time. Importante mencionar que a la derecha de cada entrada se tiene un signo de pregunta subrayado (?), cuando se le acerca el mouse se muestra un mensaje emergente con información de cada entrada.

La interfaz incluye un botón “Clear” que permite limpiar el contenido de las entradas. Importante mencionar que si presiona el botón “Apply” al modelo con las entradas en blanco, el sistema usa los valores que tenía establecidos previamente.

Por defecto, el sistema carga valores de ejemplo; sin embargo, se recomienda verificarlos, ya que el gráfico resultante depende del proyecto específico.

The screenshot shows a window titled "Input Editor" with a close button (X) and a help button (?). Inside the window, there are five input fields, each followed by a question mark icon:

- Step Time: 1
- Initial Value: 0
- Final Value: 1
- Total Time: 10
- Sample Time: 0.01

A tooltip is displayed for the question mark next to "Final Value", containing the text: "Final Value: The value of the step input at the end of the simulation." At the bottom of the window, there are three buttons: "Clear", "Apply", and "Cancel".

Figura 10: Bloque de Entrada

Seleccione Cancel para cerrar la ventana sin aplicar los cambios, o Apply para guardar los cambios y cerrar la ventana. Ambos botones llevan a la vista del simulador.

3. Al seleccionar el C(s) o Controlador PID, se le abrirá una ventana emergente donde se le solicitará ingresar las constantes k_p , k_i y k_d . En esta interfaz se muestra en tiempo real la ecuación del controlador PID en una etiqueta.

Cuando se cambien los valores, se actualiza la etiqueta en tiempo real y muestra los cambios en la ecuación. Importante mencionar que a la derecha de cada entrada se tiene un signo de pregunta subrayado (?), cuando se le acerca el mouse se muestra un mensaje emergente con información de cada entrada.

La interfaz incluye un botón “Clear” que permite limpiar el contenido de las entradas. Importante mencionar que si presiona el botón “Apply” al modelo con las entradas en blanco, el sistema usa los valores que tenía establecidos previamente.

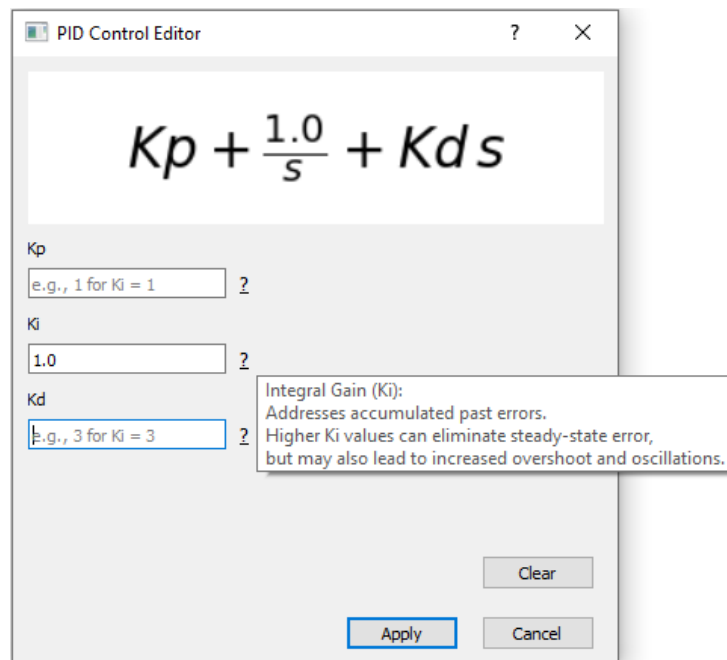


Figura 11: Bloque de Control PID

Seleccione Cancel para cerrar la ventana sin aplicar los cambios, o Apply para guardar los cambios y cerrar la ventana. Ambos botones llevan a la vista del simulador.

4. Al seleccionar el $P(s)$ o el modelo de Planta, se le abrirá una ventana emergente donde se le solicitará ingresar las constantes de la planta. En esta interfaz se muestra en tiempo real la ecuación de la planta en una etiqueta.

Cuando se cambien los valores, se actualiza la etiqueta en tiempo real y muestra los cambios en la ecuación. Importante mencionar que a la derecha de cada entrada se tiene un signo de pregunta subrayado (?), cuando se le acerca el mouse se muestra un mensaje emergente con información de cada entrada.

La interfaz incluye un botón “Clear” que permite limpiar el contenido de las entradas. Importante mencionar que si presiona el botón “Apply” al modelo con las entradas en blanco, el sistema usa los valores que tenía establecidos previamente.

En este manual se muestra la interfaz para un modelo Ball and Beam y el Modelo Personalizado ya que este último funciona de forma distinta a los modelos predefinidos.

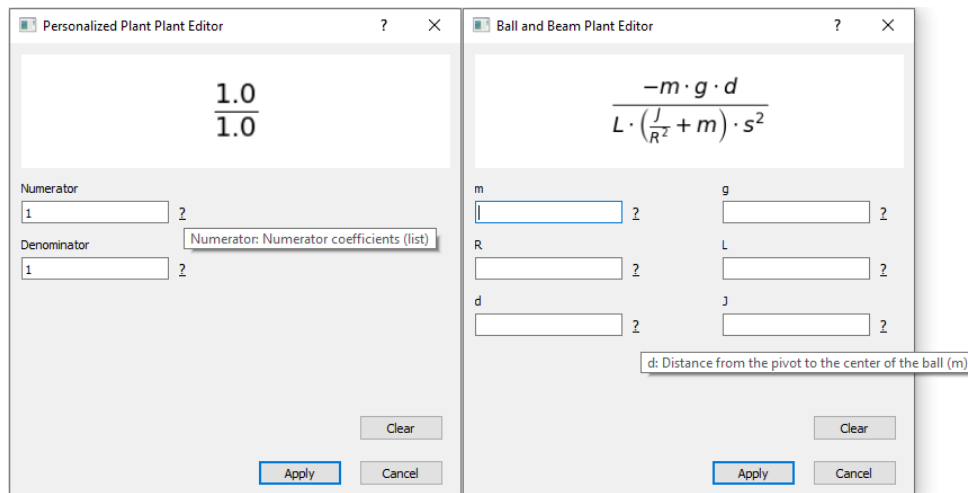


Figura 12: Bloque de Plantas (Ball and Beam y Personalizado)

En el paso 5 se detalla el uso del modelo de planta predefinido.

En el paso 6 se detalla el uso del modelo de planta personalizado.

5. Para un modelo de planta predefinido, en este caso un Ball and Beam, la interfaz se mostrará mediante la siguiente figura:

Ball and Beam Plant Editor

$$\frac{-m \cdot -9.81 \cdot d}{L \cdot \left(\frac{J}{R^2} + m\right) \cdot s^2}$$

m ?

g ?

R ?

L ?

d ?

J ?

Clear

Apply Cancel

Figura 13: Modelo de Planta Ball and Beam

En esta interfaz se muestra en tiempo real la ecuación de la planta en una etiqueta. La etiqueta muestra en tiempo real los cambios conforme se ingresan los datos. Si algún campo está vacío, el sistema lo interpreta como si no hubiera modificado nada.

Cuando se deseen aplicar los cambios, si existen valores inválidos (por ejemplo, una gravedad positiva o un denominador igual a cero), el sistema mostrará un mensaje de error. Si todos los valores son correctos, se aplicarán los cambios y se cerrará la ventana.

Seleccione Cancel para cerrar la ventana sin aplicar los cambios, o Apply para guardar los cambios y cerrar la ventana. Ambos botones llevan a la vista del simulador.

6. Para un modelo de planta personalizado, la interfaz se mostrará mediante la siguiente figura:

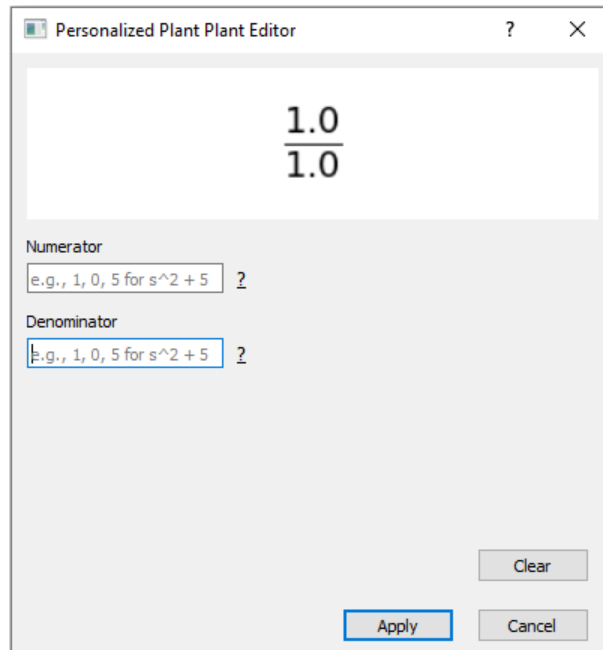


Figura 14: Modelo de Planta Personalizada

Al igual que en el modelo predefinido, el usuario debe ingresar los valores en los campos de entrada. En este caso, los valores deben ingresarse como una lista separada por comas (,). Cada valor separado por una coma representa un coeficiente de la ecuación, y la cantidad de valores determina el grado de la operación.

Por ejemplo

- Si se ingresa 1,2 en el numerador, la ecuación será $1s + 2$.
- Si se ingresa 1,2,0 en el numerador la ecuación será $1s^2 + 2$.

Esto mismo aplica tanto al numerador como el denominador.

Cuando se deseen aplicar los cambios, si existen valores inválidos (un denominador igual a cero) se le notificará al usuario con una etiqueta de error, sino se cerrará la ventana y se aplicarán los cambios.

Seleccione Cancel para cerrar la ventana sin aplicar los cambios, o Apply para guardar los cambios y cerrar la ventana. Ambos botones llevan a la vista del simulador.

7. Al seleccionar el Sensor se le abrirá una ventana emergente donde se le solicitará ingresar los valores Numerador y Denominador. En esta interfaz se muestra en tiempo real la ecuación del Sensor en una etiqueta. Esta vista funciona igual que el modelo de planta personalizado donde se deben ingresar los datos en forma de lista.

Cuando se cambien los valores, se actualiza la etiqueta en tiempo real y muestra los cambios en la ecuación. Importante mencionar que a la derecha de cada entrada se tiene un signo de pregunta subrayado (?), cuando se le acerca el mouse se muestra un mensaje emergente con información de cada entrada.

La interfaz incluye un botón “Clear” que permite limpiar el contenido de las entradas. Importante mencionar que si presiona el botón “Apply” al modelo con las entradas en blanco, el sistema usa los valores que tenía establecidos previamente.

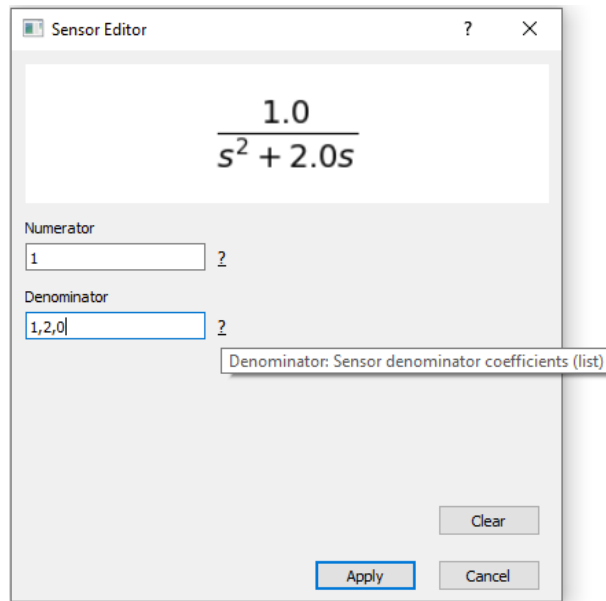


Figura 15: Modelo de Planta Personalizada

Si selecciona Cancel se cerrará la ventana y no se aplicarán los cambios. Si selecciona Apply, se validarán las entradas. Si existen valores inválidos (un denominador igual a cero) se le notificará al usuario con una etiqueta de error, sino se cerrará la ventana y se aplicarán los cambios. Ambos botones llevan a la vista del simulador.

8. Para guardar la configuración del proyecto, en la esquina superior izquierda aparecen dos opciones. Al seleccionar Save, el archivo se guarda en la ruta especificada durante la creación del proyecto.

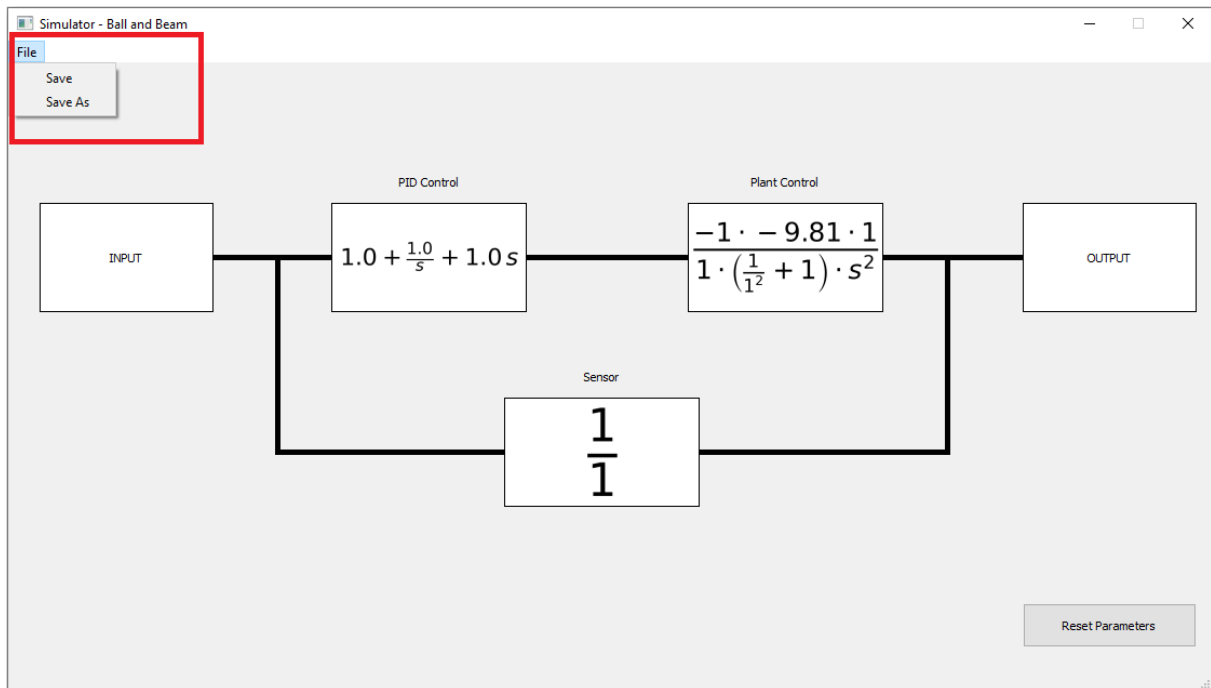


Figura 16: Pestañas de Guardado

9. Al seleccionar la opción "Save", el archivo se guarda en la ruta especificada durante la creación del proyecto.

10. Al seleccionar la opción "Save As", se abre un explorador de archivos donde el usuario especifica la ruta donde guardar el archivo y el nombre del archivo.

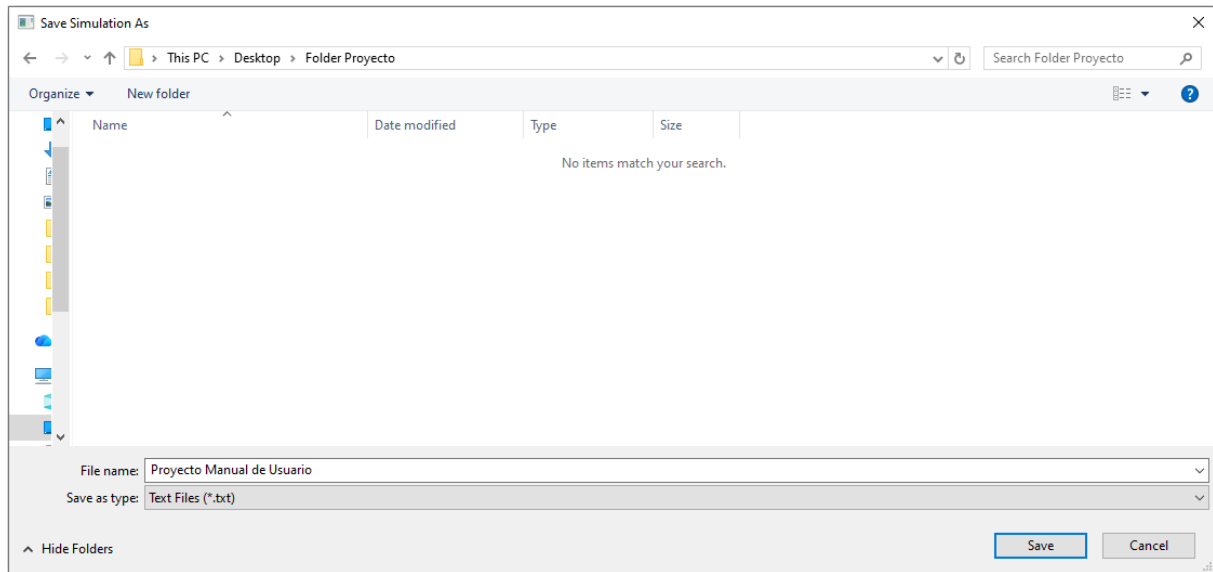


Figura 17: Guardar Como

Una vez guardado el archivo en la ruta especificada, el proyecto se trabaja en esa ruta.

En la siguiente sección se muestra el funcionamiento del bloque de salida (Output)

3. Output

En este apartado se muestran los gráficos generados a partir de un modelo de planta predefinido con parámetros correctamente configurados (en este caso, un modelo Ball and Beam). Al seleccionar el bloque de Output, se le mostrará una interfaz donde puede escoger entre 5 diferentes gráficos.

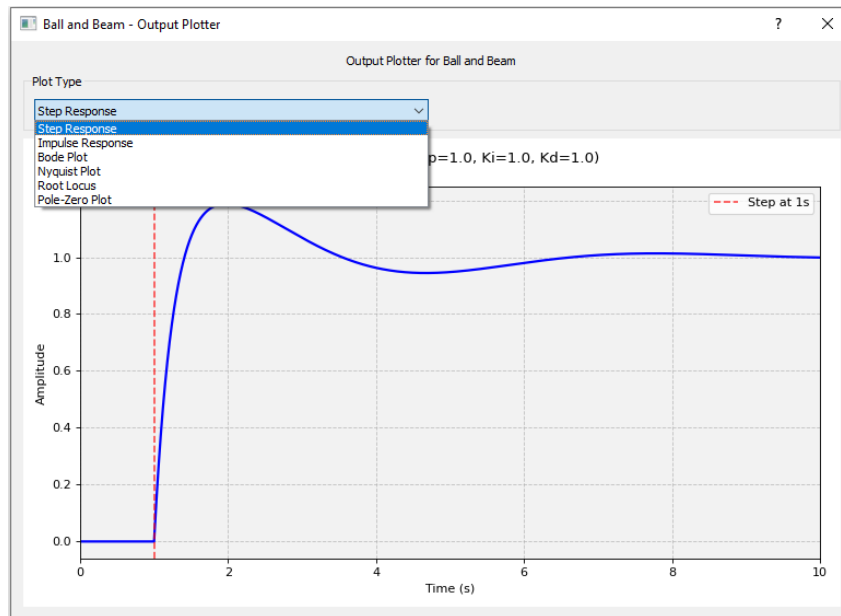


Figura 18: Interfaz de Salida

Se provee en los pasos siguientes una explicación del comportamiento de las diferentes salidas.

- Step Response.
- Impulse Response.
- Bode Plot.
- Nyquist Plot.
- Root Locus.
- Pole-Zero Plot.

1. Al seleccionar Step Response, se muestra la respuesta al escalón del sistema. Este gráfico representa cómo reacciona la salida ante una entrada tipo escalón unitario, permitiendo observar características como el tiempo de establecimiento, sobreimpulso y error en estado estacionario.

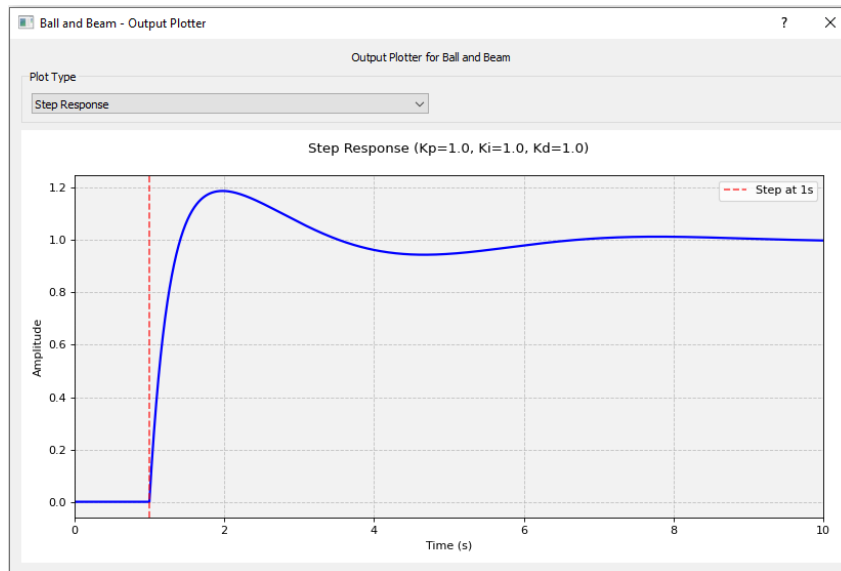


Figura 19: Interfaz de Respuesta al Escalón

La línea roja con líneas que aparece en el primer segundo del gráfico es el step time, y el tiempo total del gráfico varía en función del tiempo establecido en el bloque de entrada.

2. Al seleccionar Impulse Response, se muestra la respuesta al impulso. Este gráfico refleja cómo el sistema reacciona ante una entrada breve e intensa (un impulso unitario). Es útil para analizar la dinámica interna del sistema y su estabilidad temporal.

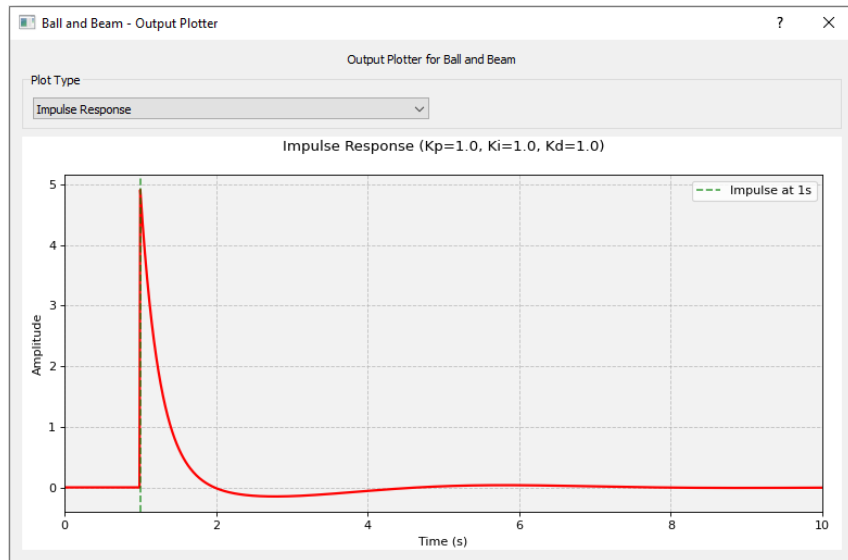


Figura 20: Interfaz de Respuesta al Impulso

3. Al seleccionar Bode Plot, se genera el diagrama de Bode, que muestra la magnitud y fase del sistema en función de la frecuencia. Este gráfico permite evaluar el comportamiento frecuencial, la ganancia y los márgenes de estabilidad.

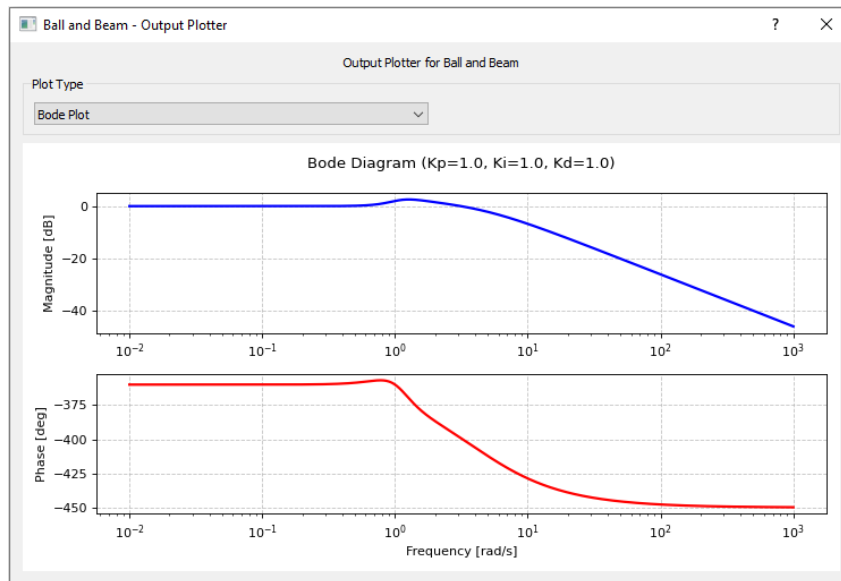


Figura 21: Interfaz de Diagrama de Bode

4. Al seleccionar Nyquist Plot, se muestra el diagrama de Nyquist, el cual representa la respuesta del sistema en el plano complejo. Este gráfico tiene la utilidad de determinar la estabilidad de sistemas en lazo cerrado, mediante el criterio de Nyquist.

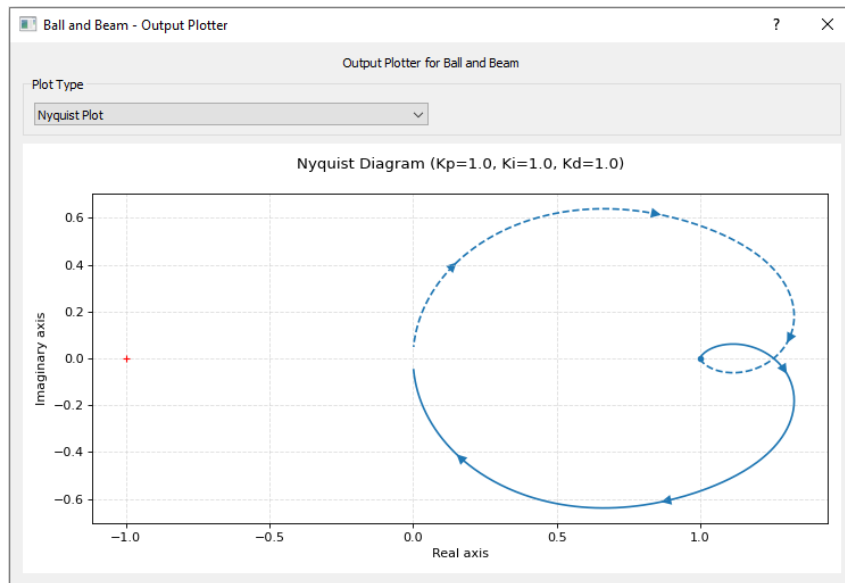


Figura 22: Interfaz de Diagrama de Nyquist

5. Al seleccionar Root Locus, se muestra el lugar de las raíces. Este gráfico indica cómo se desplazan los polos del sistema al variar la ganancia del controlador. Permite analizar la estabilidad y el desempeño dinámico del sistema según los parámetros de control.

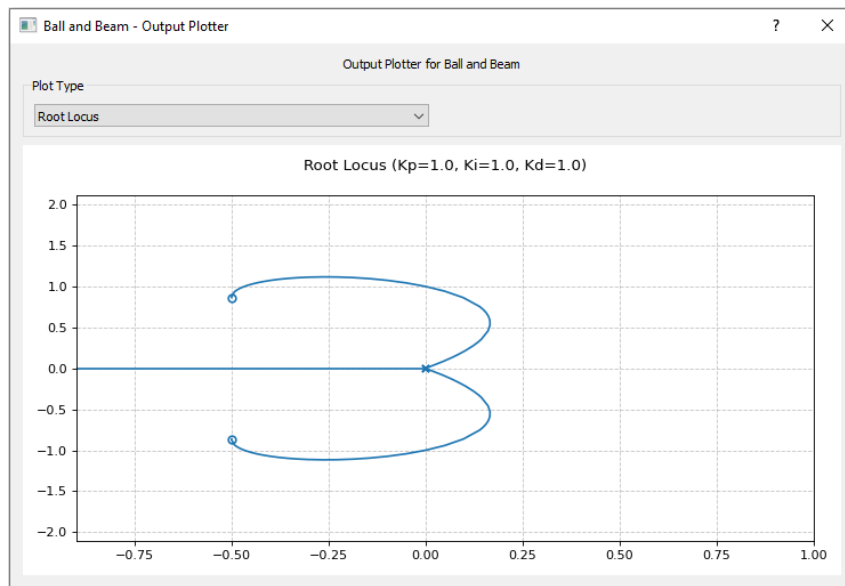


Figura 23: Interfaz de Diagrama de Root Locus

6. Al seleccionar Pole-Zero Map, se muestra el diagrama de Polos y Ceros del sistema. Este gráfico representa la localización de los polos (indicados con una equis) y ceros (indicados con círculo) en el plano complejo, lo cual sirve para analizar la estabilidad y respuesta dinámica del sistema.

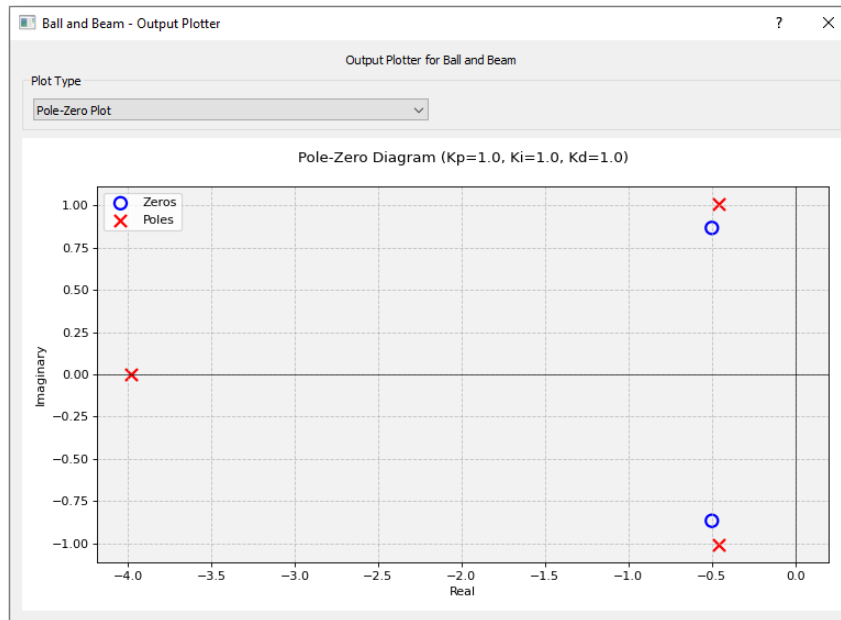


Figura 24: Interfaz de Salida de Polos y Ceros

7. Para salir de la interfaz de salida, se debe cerrar la interfaz con el botón de equis (X) que aparece en la esquina superior derecha de la interfaz, esta lleva al simulador.