

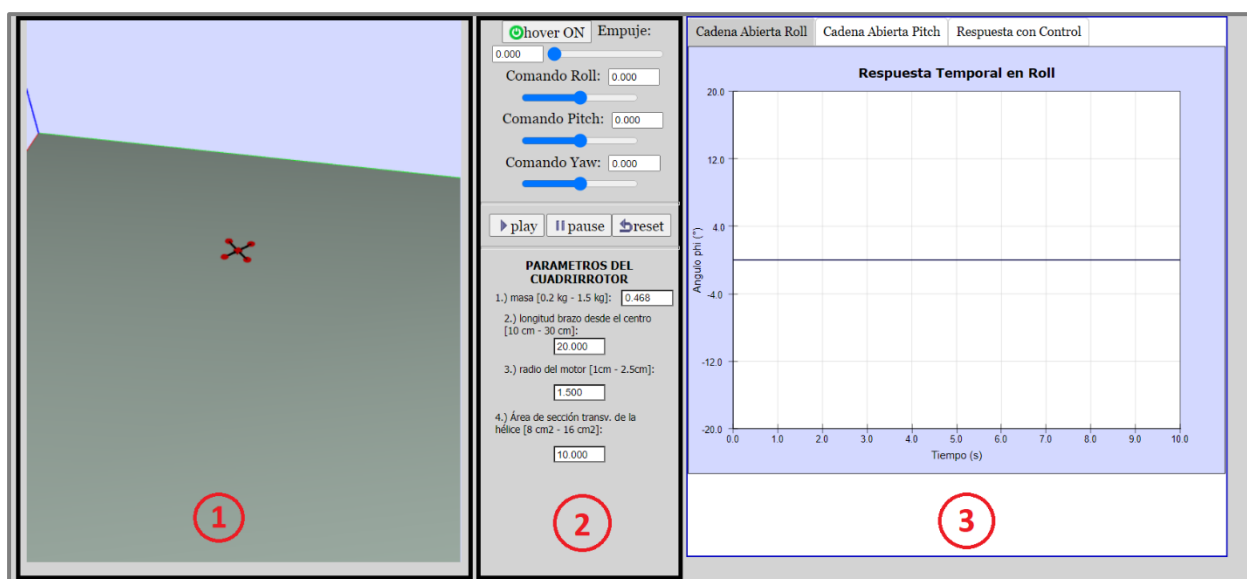
GUIA PARA LA REALIZACION DEL LABORATORIO – MODELADO Y CONTROL DE UN CUADRIRROTOR (ROLL & PITCH)

1. Generalidades

El laboratorio virtual se compone de 3 ventanas principales.

1. **Ventana de simulación:** Es la representación gráfica del sistema cuadrirrotor. En ella se visualiza el espacio tridimensional en que interactúa el cuadrirrotor en tiempo real.
2. **Ventana de comandos:** Contiene los controles básicos para comandar los movimientos en el cuadrirrotor. Los botones “play”, “pause” y “reset” se encargan de ejecutar la simulación con los valores introducidos en los campos “PARAMETROS DEL CUADRIRROTOR”. **Importante:** Tome en cuenta que no toda combinación de valores hará que el sistema funcione. Utilice valores coherentes que reflejen la realidad lo mejor posible.
3. **Ventana de gráficos:** Aquí se recogen las gráficas en tiempo real de los ángulos roll (ϕ) y pitch (θ). La pestaña “Respuesta con Control” muestra la evolución de los ángulos (roll y pitch) al aplicar una estrategia de control.

Para mantener el quad estático en el aire es necesario pulsar el botón “hover ON” antes de pulsar “play”



Tome en cuenta que al pulsar el botón “reset” **TODOS** los campos serán restaurados a sus valores por defecto, incluyendo las gráficas.

2. Identificación del Sistema

Para identificar el sistema, primero deberá fijar los parámetros de la señal de prueba y luego pulsar el botón “play”. Recuerde pulsar el botón “hover ON” antes de ejecutar la simulación.

***Utilice señales que muestren una dinámica fluida y suave. Si el movimiento del cuadrirrotor es brusco y acelerado acabará estrellándose contra el piso o las paredes.**

Obtenga de la gráfica los siguientes parámetros para construir una función de transferencia.

$$G(s) = \frac{K_e}{(T_g s + 1)} e^{-s T_u} \cdot \frac{1}{s}$$

 reset gráfica

Ganancia Estática (Ke):

constante de tiempo (Tg):

retardo puro (Tu):

Luego de obtener la gráfica de la respuesta deberá pausar la simulación (botón **“pause”**). Los parámetros Ke, Tg, Tu serán obtenidos gráficamente.

Una vez deducidos estos parámetros deberá pulsar el botón **“Mostrar el modelo identificado...”** (según el ángulo que corresponda) y luego pulsar

el botón **“play”**.

Esto hará que la simulación se reanude y a la vez, mostrará la gráfica (en color negro) del modelo que ha estimado según los valores de Ke, Tg y Tu.

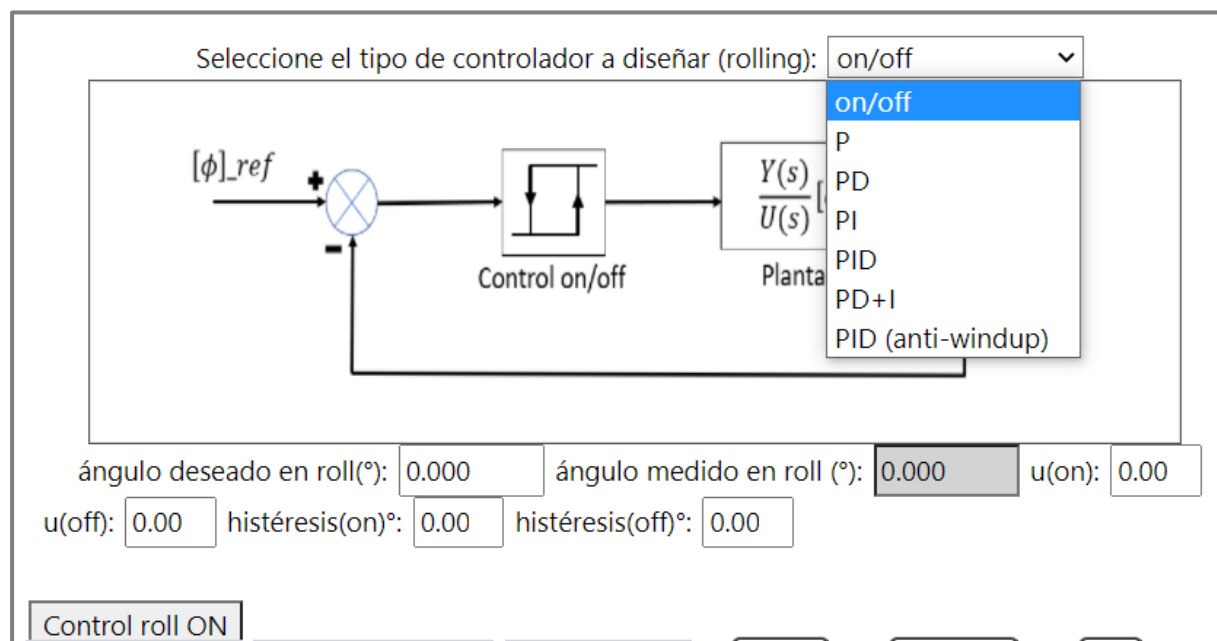
Si la gráfica del modelo identificado difiere mucho de la respuesta del sistema, podrá pulsar el botón **“reset gráfica”**. Esto hará que la simulación se detenga y pueda modificar de nuevo los valores Ke, Tg y Tu. Si modifica estos valores y da al botón **“play”** se pintará la nueva gráfica.

Realice el procedimiento anterior para roll y pitch.

3. Controladores

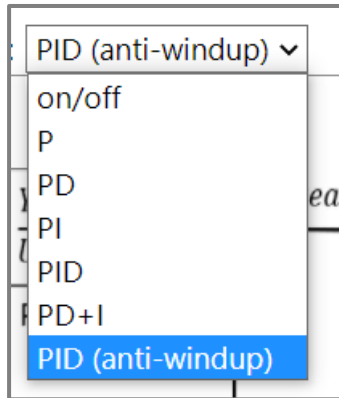
En la pestaña “Controladores”, definirá los valores de las ganancias, histéresis, umbrales, etc. según el tipo de controlador que quiera implementar.

Para probar el controlador, defina un ángulo deseado y pulse el botón **“Control roll ON/Control pitch ON”** (según sea el caso). Muestre la pestaña **“Respuesta con Control”** en la **Ventana de Gráficos** y pulse el botón **“play”**. **Recuerde pulsar el botón “hover ON” antes de ejecutar la simulación.**



También tendrá la opción de probar su controlador ante pequeñas perturbaciones de viento.

4. Diseño de un PID anti-windup



Primero deberá seleccionar la opción “**PID (anti-windup)**” en el menú desplegable.

Luego deberá sobrescribir la función `control_pid` en la ventana de Blockly.

Aparecerá un editor de texto en el que deberá escribir el código JavaScript adecuado que formalice el algoritmo de un control PID con anti-windup en la acción integral.

Las variables necesarias para elaborar dicho control se encuentran en la Tabla 1.

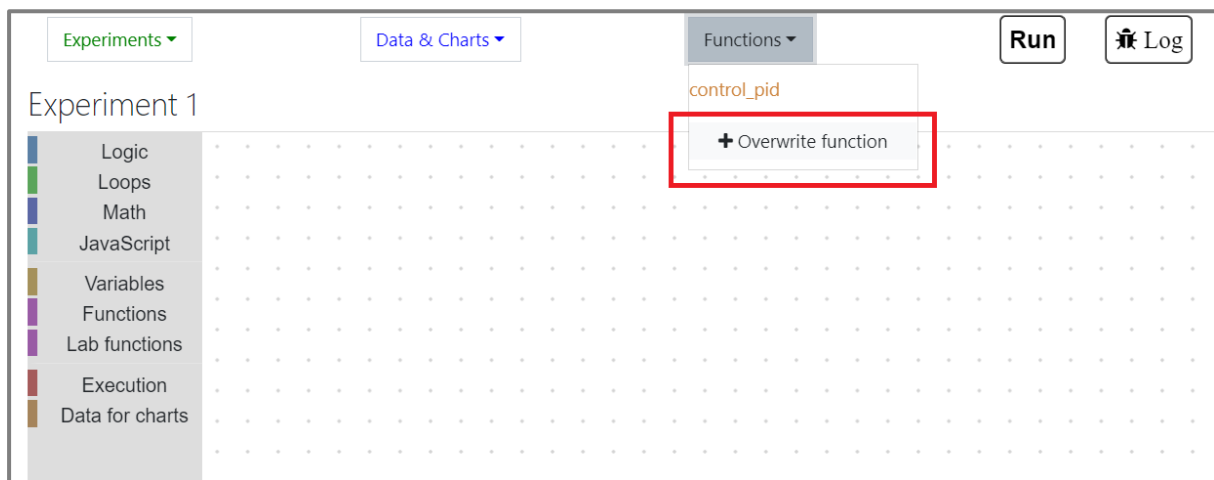


Tabla 1. Variables para utilizar en el código

Nombre	Descripción
<code>er_roll</code>	Error medido en el ángulo roll.
<code>er_pitch</code>	Error medido en el ángulo pitch.
<code>er_ant_roll</code>	Error medido en el ángulo roll un paso anterior.
<code>er_ant_pitch</code>	Error medido en el ángulo pitch un paso anterior.
<code>ref_phi_ang</code>	Valor deseado en el ángulo roll.
<code>ref_theta_ang</code>	Valor deseado en el ángulo pitch.
<code>phi_ang</code>	Valor actual medido del ángulo roll.
<code>theta_ang</code>	Valor actual medido del ángulo pitch.
<code>Kp_phi</code>	Ganancia proporcional del controlador en roll.
<code>Ki_phi</code>	Ganancia integral del controlador en roll.
<code>Kd_phi</code>	Ganancia derivativa del controlador en roll.
<code>Kp_theta</code>	Ganancia proporcional del controlador en pitch.
<code>Ki_theta</code>	Ganancia integral del controlador en pitch.
<code>Kd_theta</code>	Ganancia derivativa del controlador en pitch.
<code>roll_cd</code>	Comando de roll.
<code>pitch_cd</code>	Comando de pitch.

t	Tiempo de la simulación (s)
dt	Incremento de tiempo (0.1 s)