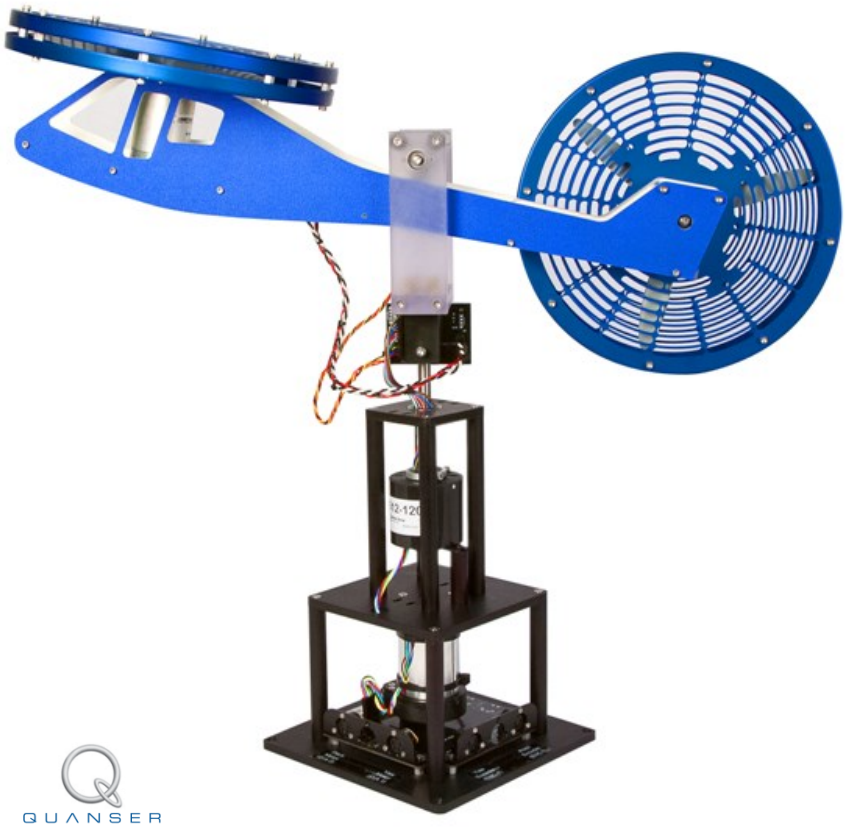
GUÍAS DE USUARIO, MANTENIMIENTO Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO



QUANSER
INNOVATE. EDUCATE.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Universidad Francisco José de Caldas

Ingeniería en control

Esta guía fue propuesta para el manejo del helicóptero QUANSER 2 DOF de la universidad Distrital Francisco José de Caldas, por medio del sistema de enseñanza práctico diseñado junto con la misma.

Contenido

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO 3
Helicóptero Quanser® 3
Componentes generales del helicóptero 4
Componentes externos 7
Software MATLAB 9
PRIMEROS PASOS Y RECONOCIMIENTO 9
Verificación de la planta 9
Conexión módulo de control al PC. 10
Configuración PC 10
Conexión Potencia 11
PRÁCTICAS DE LABORATORIO 13
Pruebas de funcionamiento 13
Prácticas ON/OFF 16
Prácticas PID 21
Controlador Proporcional 21
Prácticas Control PI 24
Prácticas Control PD 26
Prácticas PID 28
Prácticas LQR 30
MANTENIMIENTO 33
Preventivo 33
Correctivo 39

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO

A continuación, se describe todos los elementos que se usarán para llevar a cabo esta guía de usuario.

Helicóptero Quanser®

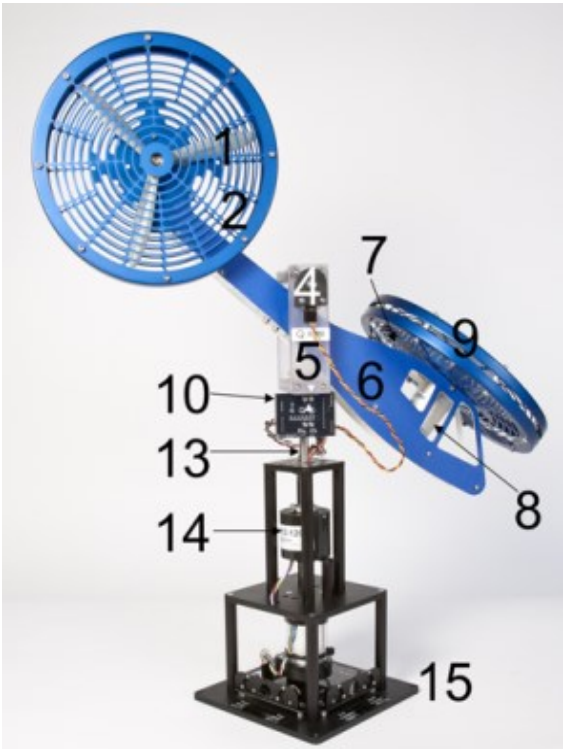
El experimento del Helicóptero 2DOF de Quanser®, consiste en un modelo de helicóptero montado en una base fija con dos hélices que son accionados por motores DC (Ver Figura 1). La hélice frontal controla la elevación de la nariz del helicóptero sobre el eje de cabeceo (pitch) y la hélice trasera controla el movimiento de lado a lado del helicóptero sobre el eje de rotación (yaw). Los ángulos de pitch y yaw son medidos usando decodificadores de alta resolución.



Figura 1. Planta helicóptero 2 DOF.

Componentes generales del helicóptero

Los componentes que comprenden el sistema de helicópteros 2 DOF están etiquetados en la Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3, Figura 2.4, se describen en la Tabla 1.



	Componente
1	Hélice trasera
2	Protector de la hélice trasera
3	Motor trasero
4	Encoder
5	Punto de equilibrio
6	Cuerpo del helicóptero
7	Hélice delantera
8	motor delantero
9	Protector de la hélice delantera
10	Circuito Motor / Encoder
11	Conector del Encoder en el circuito
12	Conector motor en el circuito
13	Eje central
14	Anillo conector
15	plataforma base
16	Conector motor delantero
17	Conector motor trasero
18	Conector Encoder trasero
19	Conector Encoder delantero

Figura 2. y Tabla 1. Componentes del helicóptero QUANSER 2 DOF.

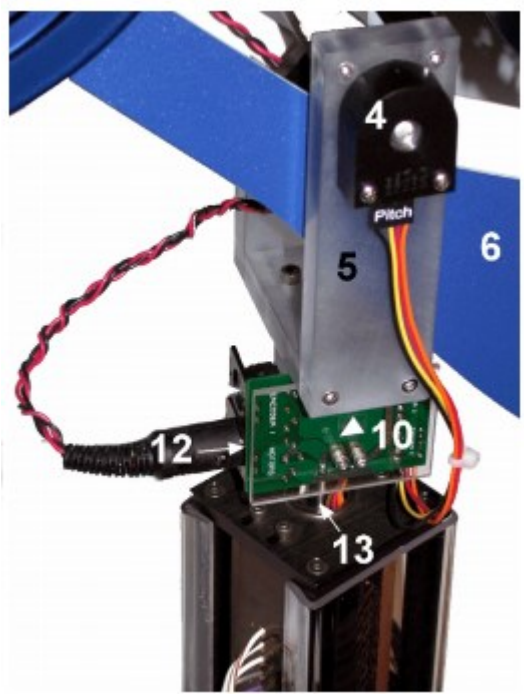


Figura 2.1. Componentes del punto de equilibrio del helicóptero QUANSER 2 DOF.

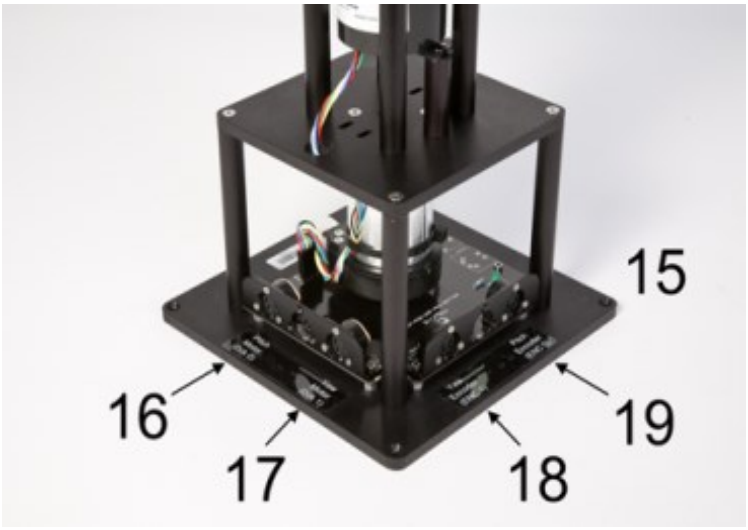


Figura 2.2. Componentes de la base del helicóptero QUANSER 2 DOF.



Figura 2.3. Componentes del conjunto de la hélice trasera del helicóptero QUANSER 2 DOF.

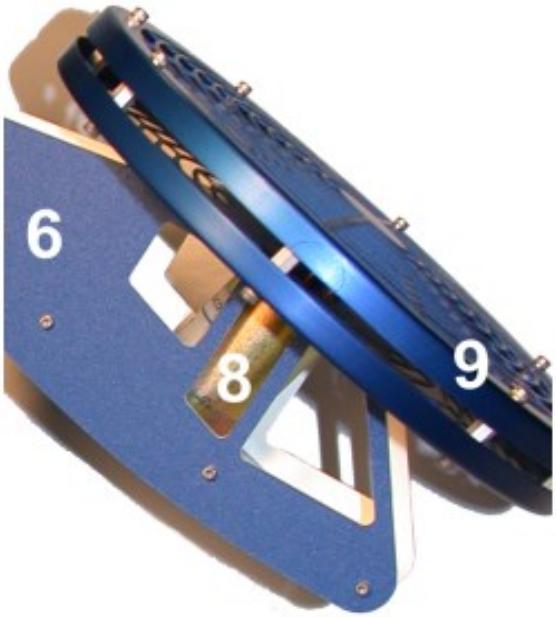


Figura 2.4. Componentes del conjunto de la hélice delantera del helicóptero QUANSER 2 DOF.

Componentes externos

El módulo de control se compone de una tarjeta que acondiciona la entrada de los encoders y la señal de control de los motores, se alimenta del voltaje del PC.



Figura 3. Tarjeta de adquisición de datos.

El voltaje de referencia que envía el módulo de comunicación va los amplificadores de voltajes UPM-2405 y UPM-1503 que son los encargados de generar la potencia necesaria para los motores.



Figura 4 amplificador de voltaje para el motor.

A continuación, se ve describe la tabla con todos los cables de conexión para el helicóptero 2 DOF.

Cable	Características	Descripción
	5-pines-DIN a 5-pines-DIN	Este cable conecta los encoder al módulo de control.
	5-pines-DIN a RCA	Este cable conecta la salida análoga del módulo de control a la entrada del amplificador de voltaje.
	USB-A a USB-B	Este cable enlaza el módulo de control con el PC.
	4-pines-DIN a 6-pines-DIN	Este cable conecta la salida del amplificador de voltaje con el motor DC

Tabla 2. Cables helicóptero 2 DOF.

Software MATLAB

MATLAB es la abreviatura de “MATrix LABoratory”. MATLAB es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular puede también trabajar con números escalares −tanto reales como complejos−, con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas. Una de las capacidades más atractivas es la de realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones. MATLAB tiene también un lenguaje de programación propio.

La herramienta SIMULINK de MATLAB es un gran recurso para el diseño y simulación sistemas de control, comúnmente utilizado por los estudiantes de tecnología e ingeniería electrónica.

Se tiene que contar con un computador o portátil, que tenga una versión licenciada de MATLAB, para el desarrollo de esta guía, de no ser así puede ir con el personal encargado del laboratorio para que le suministren ayuda para obtener el software.

PRIMEROS PASOS Y RECONOCIMIENTO

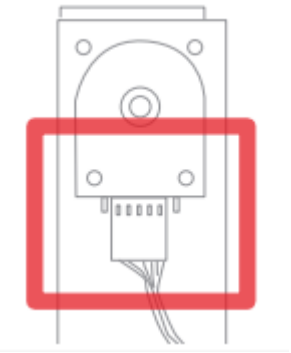
Para hacer uso del Helicóptero 2 DOF de QUANSER del laboratorio de control, el cual se encuentra ubicado en el bloque 4-401 de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, primero tiene que dirigirse al personal encargado del laboratorio para identificarse y ver la disponibilidad de la planta.

Se recomienda tener conocimientos previos de electrónica, ya que en el transcurso de las guías se mencionan conceptos relacionados a esta área

Verificación de la planta

Realice una inspección visual de la planta verifique cada uno de los siguientes aspectos:

- Verifique elementos que no sean propios de la planta.
- Revise que se encuentren conectados el encoder y los motores en el cuerpo del helicóptero 2 DOF al pedestal.



- Verifique que el cuerpo del helicóptero se mueva libremente sobre los dos ejes, si presenta algún tipo de atascamiento no intente forzarlo, diríjase con el personal encargado del laboratorio

Conexión módulo de control al PC.

En esta sección de la guía se mostrarán los pasos necesarios para establecer la comunicación de la planta con el computador por medio del módulo de control, para esto se debe configurar el computador antes de hacer alguna práctica.

Configuración PC

Para empezar, conecte el módulo de control al PC por medio del cable de comunicación descrito en la tabla 2 a un puerto disponible del Pc, es importante saber el número del puerto en la que fue reconocido, para esto se ubica encima del icono de inicio y se oprime clic derecho del mouse, se selecciona el administrador de dispositivos y se observa el nuevo dispositivo conectado como se observa en la figura 5.

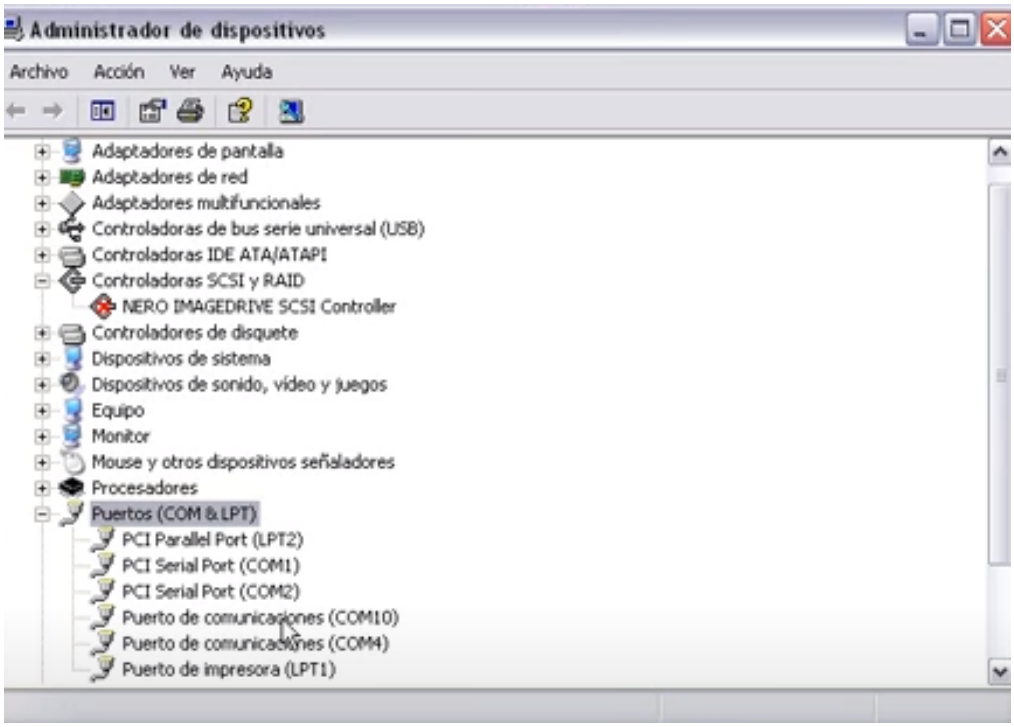


Figura 5. Verificación del puerto COM.

Se debe tener presente el número del puerto ya que más adelante se necesitará para configurar el puerto en MATLAB.

Conexión Potencia

Se deben identificar cada una de las partes que se describen en la primera parte de este documento antes de empezar a realizar la conexión, y tener diferenciado cada tipo de cable, como medida de seguridad lo conectores solo coinciden con su respectiva entrada, no intente forzar ningún conector.

A continuación, se muestra la correcta conexión de los cables de la planta en la figura 5. Además, de una tabla referenciando la entrada y salida de cada cable.

Realizada la conexión encienda las fuentes amplificadoras: en la parte posterior tienen un interruptor, al encenderlas la planta no debería realizar ningún movimiento todavía.

Cable #	Salida	Entrada	Señal
1	Módulo de control: **salida análoga # 0**	Amplificador pitch: **entrada referencia**	Comando de señal enviado al amplificador para el motor pitch.
2	Módulo de control: **salida análoga # 1**	Amplificador yaw: **entrada referencia**	Comando de señal enviado al amplificador para el motor yaw.
3	Amplificador 0: **To - Load (Carga)**	2 DOF Helicóptero: **Pitch Motor (D/A 0)**	Amplificación de voltaje aplicada al motor DC de pitch.
4	Amplificador 1: **To - Load (Carga)**	2 DOF Helicóptero: **Yaw Motor (D/A 1)**	Amplificación de voltaje aplicada al motor DC de yaw.
5	2 DOF Helicóptero: **Pitch Encoder (ENC-0)** conector	Módulo de control: **Encoder canal #0**	Medición del ángulo en pitch.
6	2 DOF Helicóptero: **Yaw Encoder (ENC-1)** conector	Módulo de control: **Encoder canal #1**	Medición del ángulo en yaw

Tabla 3. Conexión de cables.

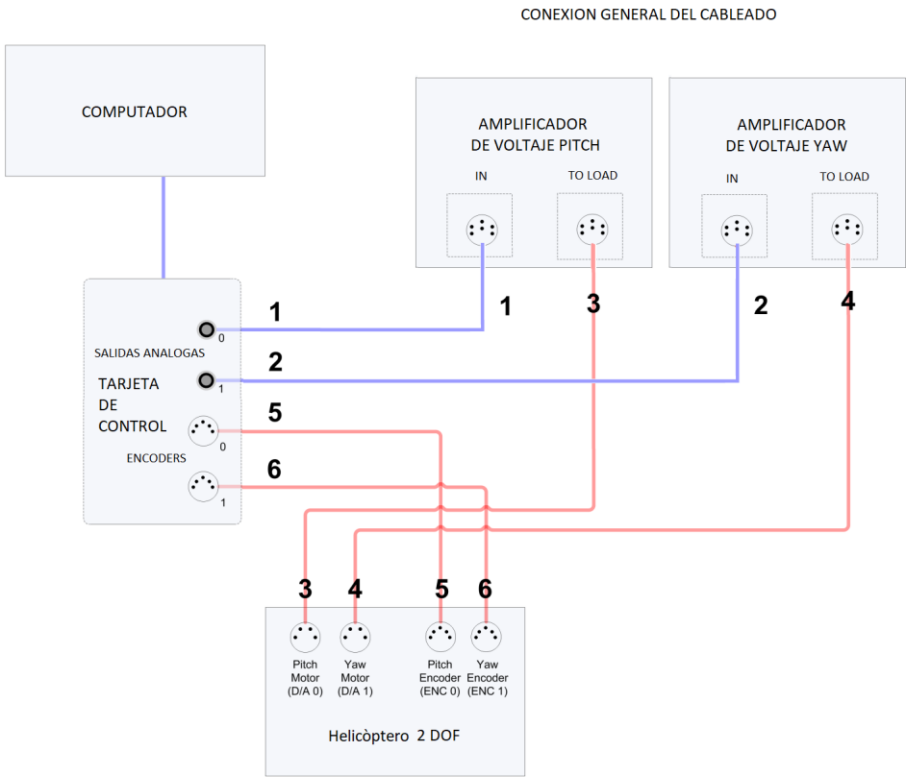


Figura 6. Diagrama general conexión del cableado.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

A continuación, proponen las prácticas de laboratorio que se deben desarrollar dentro de la interfaz de usuario con el helicóptero 2 DOF.

Pruebas de funcionamiento

Como primera práctica sobre la plataforma se realiza la prueba de funcionamiento inicial de los motores y de los encoder para esto es necesario un computador con una versión de MATLAB 2018 o mayor, también es indispensable la lectura de este manual de usuario con anterioridad.

Se abre la interfaz de usuario desde MATLAB.

En la pantalla principal de la interfaz de usuario se encuentra la opción de pruebas de funcionamiento, esta parte de la interfaz monitorea el estado de los encoders y enviar directamente una consigna de voltaje a los motores para verificar su funcionamiento a continuación se observa la pantalla principal de la interfaz en la Figura 1.

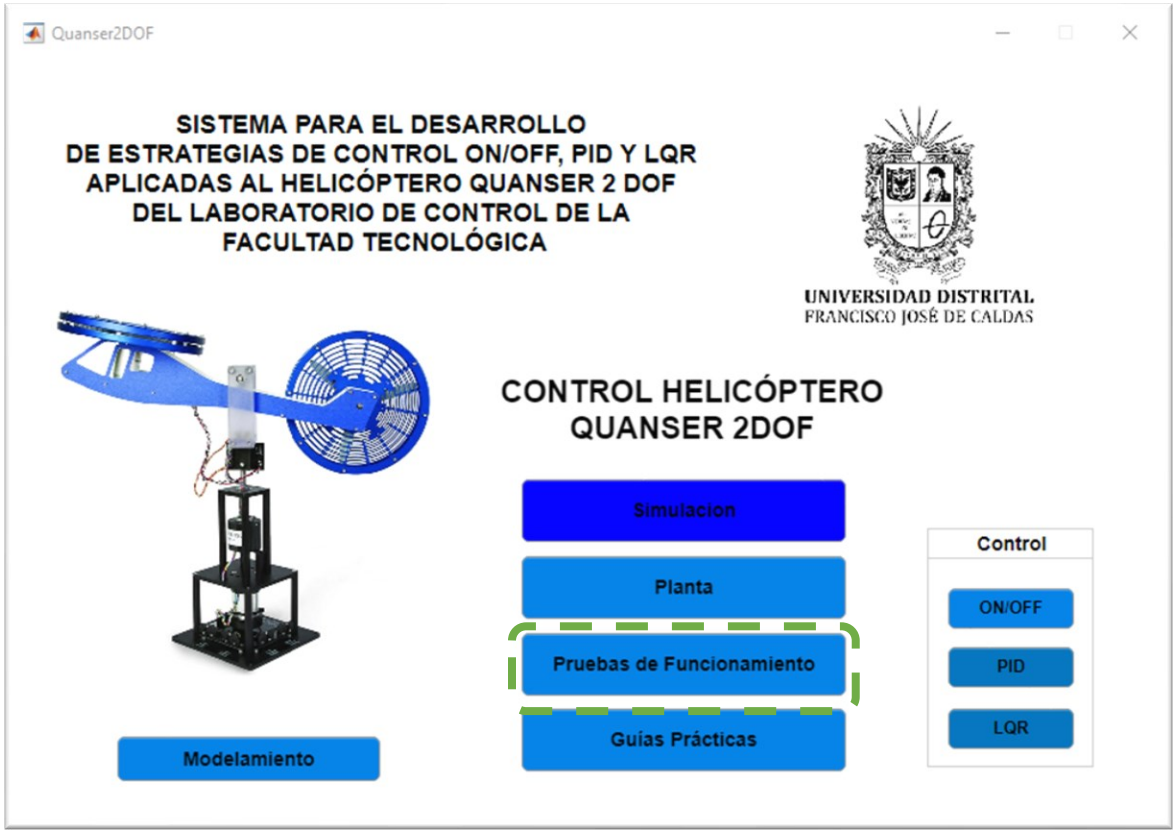


Figura 1. Pantalla principal de la interfaz.

Al presionar la opción se despliega la siguiente pantalla como se muestra en la Figura 2.

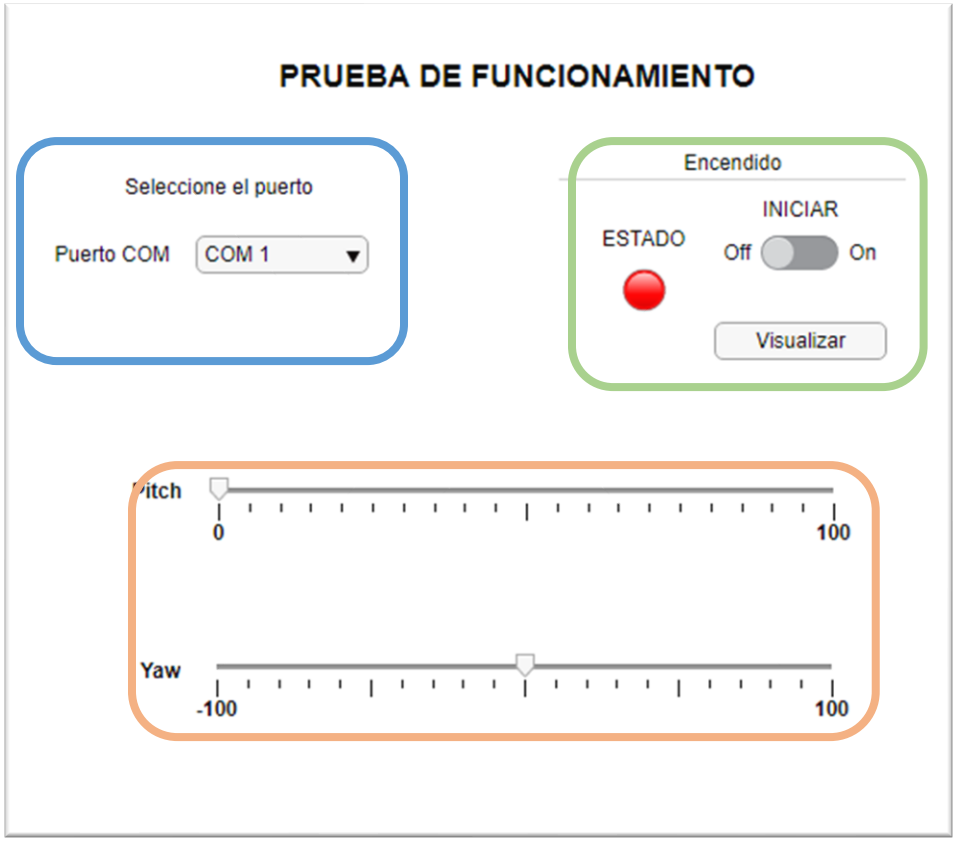


Figura 2. Pantalla pruebas de funcionamiento.

Como se observa la interfaz cuenta con los siguientes elementos:

- Redondeado en azul se encuentra la opción donde se ingresa el número del puerto obtenido anteriormente.
- Redondeado en verde está el indicador de estado, pasa a color verde cuando la planta se encuentra en operación, un botón para visualizar las gráficas de las salidas, y el interruptor para encender la planta.
- En la parte de abajo encerrado en naranja se encuentra el slider con el que se varia la salida de voltaje a los motores.

Al dar clic en visualizar se abre una ventana con donde se ve el posicionamiento de los encoders para el eje pitch y yaw respecto al tiempo, como se ve en la figura 3.

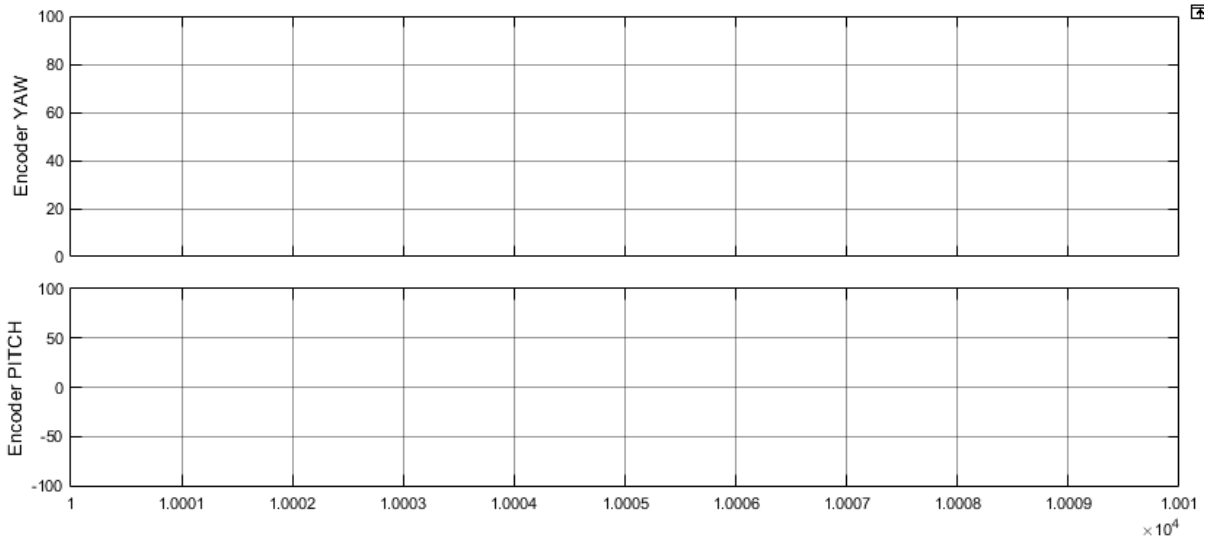


Figura 3. Señal de encoders.

Una vez verificado el correcto funcionamiento de la los encoders y motores de la planta, se cierra la ventana de la visualización de las señales y la pantalla de prueba de funcionamiento, acción que nos despliega de nuevo la pantalla principal.

En esta práctica se realizará un controlador ON/OFF por medio de la interfaz gráfica, en la que se reforzará lo visto sobre este controlador en clase.

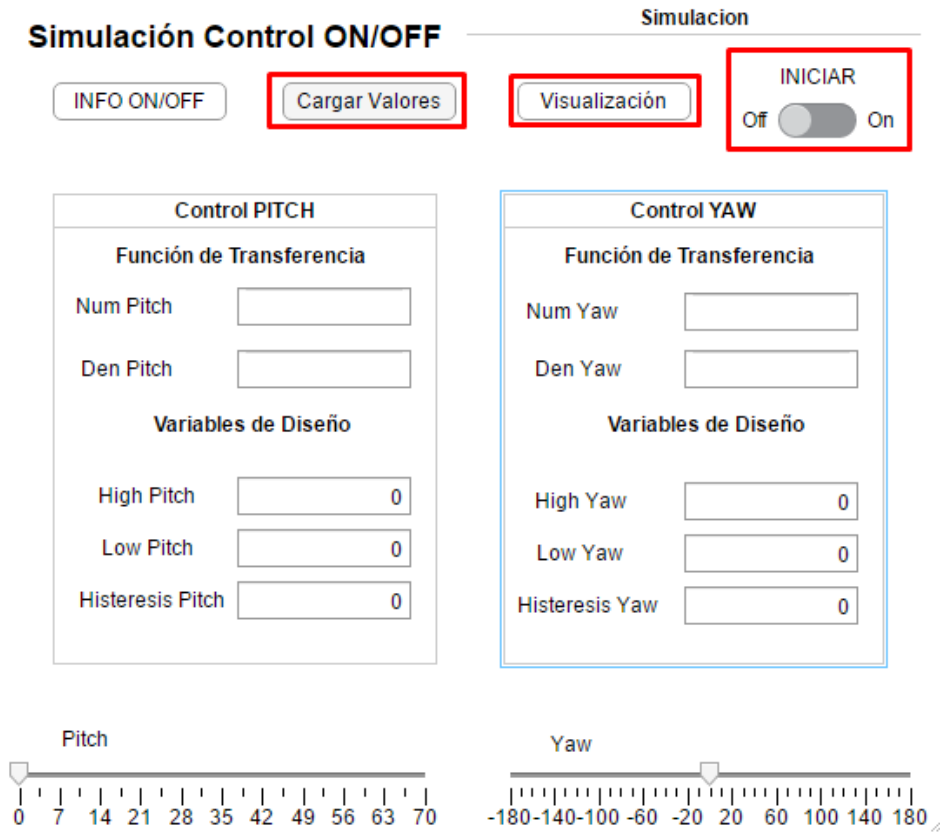


Figura 1. Pantalla principal ON/OFF.

Procedimiento

1. Ajuste los valores de encendido (High) y apagado (Low), tanto para Pitch como para Yaw, con estos valores

   Pitch

$$High = 100$$

$$Low = 0$$

Yaw

$$High = 100$$

$$Low = -100$$

2. Fije el Set Point en un valor intermedio de la capacidad de la planta en cada uno de los ángulos en los selectores que se muestran en la Figura 2, luego configure el Valor de Histéresis tanto en Pitch y Yaw en 0.1 en los recuadros de cada ángulo como se muestra en la Figura 3.

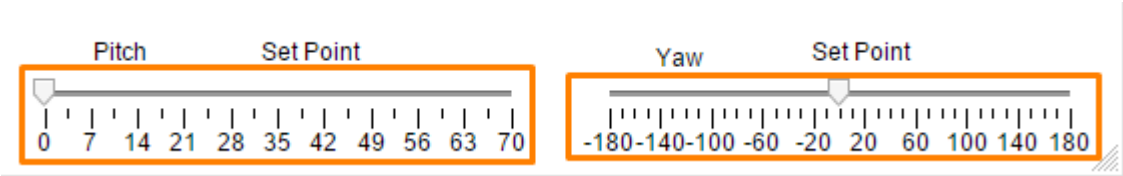


Figura 2. Selectores de Set Point Pitch y Yaw.



Figura 3. Variables de diseño Control ON-OFF Pitch y Yaw

3. Luego de configurar las variables cargue las variables con el Botón que dice cargar variables, inicie la simulación con el Switch y de click en el botón de visualización como se muestra en la Figura 4.

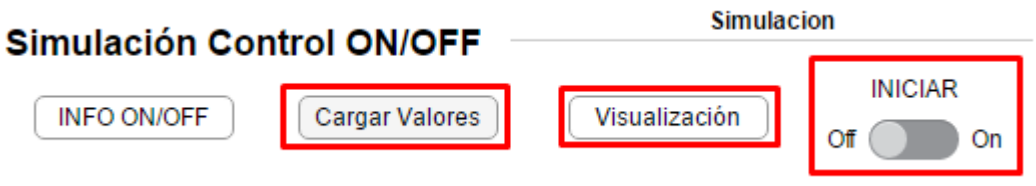


Figura No 4. Botones de Usuario

4. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores, tiempo y estado (ON/OFF) configurando el tiempo de las gráficas en t=30 como se puede observar en la Figura 5 y guardando la gráfica de comportamiento como una imagen haciendo click derecho sobre la figura y seleccionando en el apartado que dice imprimir como imagen, luego dar guardar el archivo como .jpg figura como se puede observar en las Figuras No 6.1 y 6.2. La gráfica de comportamiento debe ser Parecida a la que se muestra en la Figura No. 7.

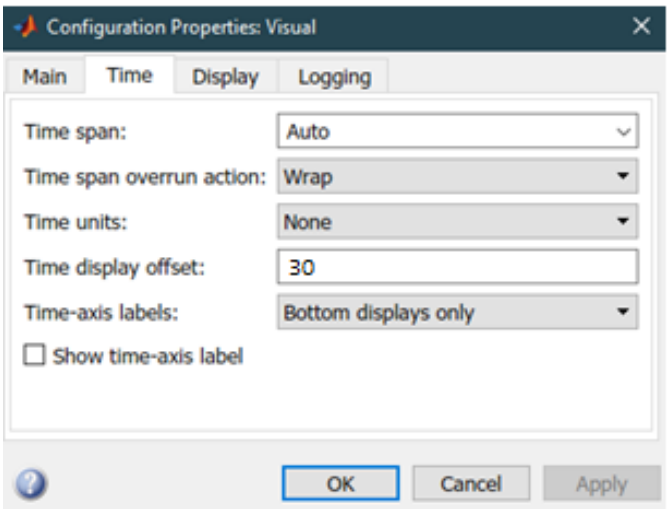


Figura No 5. Ventana de Ajuste de Tiempo

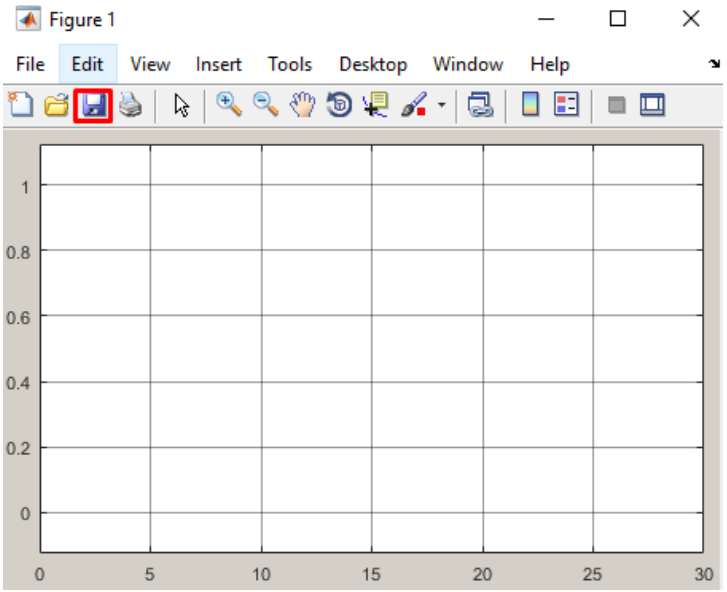


Figura No 6.1 Acceder al menú de guardado.

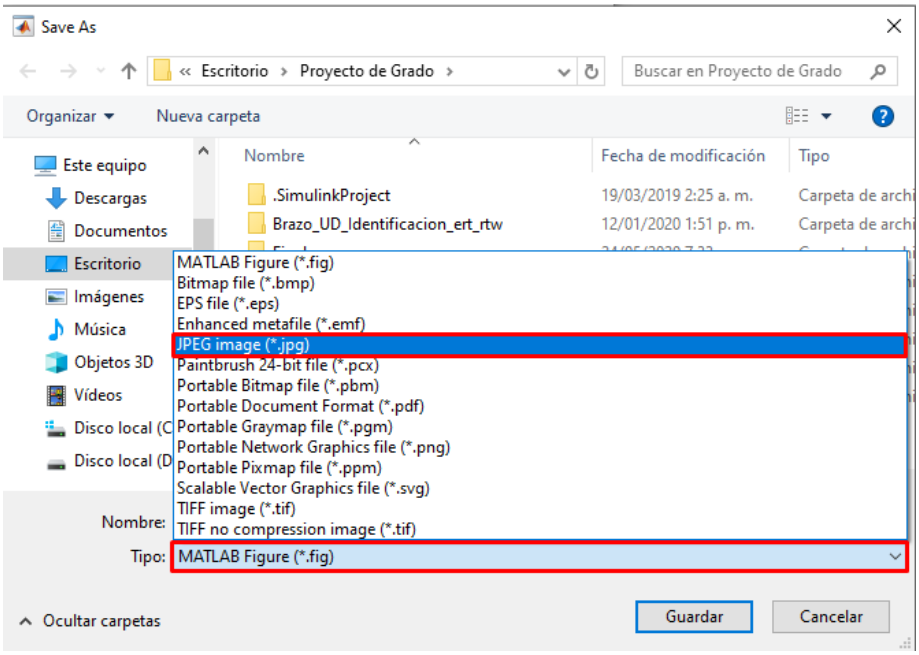


Figura No 6.2 Guardar grafico como imagen.

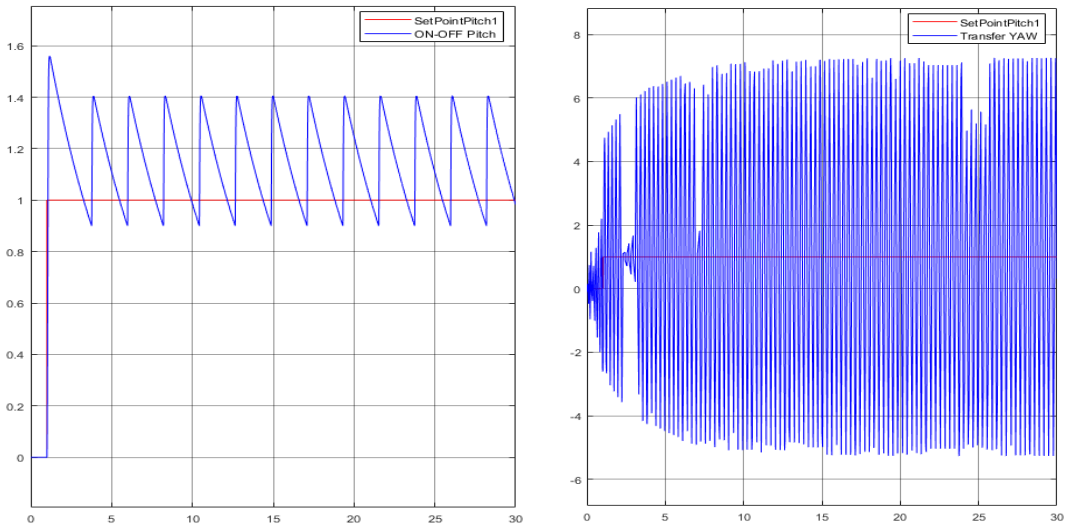


Figura 7. Respuesta modelo del ángulo Pitch y Yaw.

5. Realice el mismo procedimiento planteado en los puntos anteriores, pero aumentando el valor de histéresis a 5, durante el Proceso, tome datos de los Sensores, tiempo y estado (ON/OFF) configurando el tiempo de las gráficas en t=100, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen.

6. Aumente el valor de histéresis a 10, durante el Proceso, tome datos de los Sensores, tiempo y estado (ON/OFF) configurando el tiempo de las gráficas en t=100, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen.
7. Aumente el valor de histéresis a 20, durante el Proceso, tome datos de los Sensores, tiempo y estado (ON/OFF) configurando el tiempo de las gráficas en t=100, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen.

Preguntas

- ¿Cómo se comporta la planta Pitch y Yaw con las variaciones de histéresis de 0.1, 5, 10 y 20?
- ¿Qué efecto produce la histéresis en la planta?
- ¿Cuándo se comporta mejor el control?
- ¿Qué tan eficiente es este control?

Prácticas PID

El objetivo de estas practicas es hacer que el estudiante aplique primero por separado las combinaciones de controladores P, PI y PD, analice la respuesta de la planta a cada una de ellas, para finalmente observar el comportamiento de un controlador PID.

Controlador Proporcional

En esta práctica se inicia con una ganancia Proporcional alta, la cual se irá disminuyendo gradualmente; se podrá apreciar el comportamiento del sistema hasta lograr la estabilidad deseada.

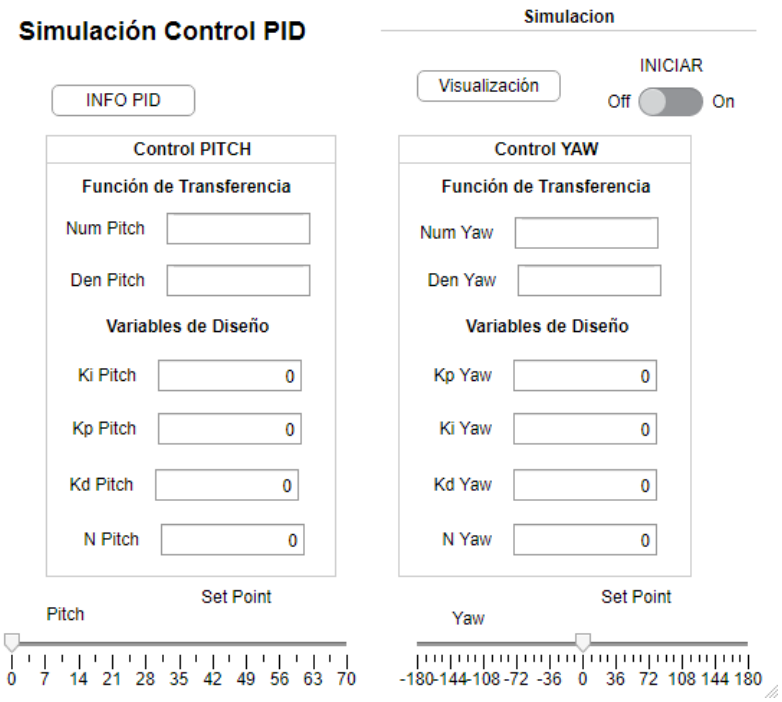


Figura 1. Pantalla controlador PID

Procedimiento

1. Fije el Set Point en un valor intermedio de la capacidad de la planta en cada uno de los ángulos, luego configure el Valor de Ganancia Proporcional en Pitch y Yaw en 8, en la casilla Kp Pitch y Kp Yaw respectivamente donde se indica en la figura 2, Observe el comportamiento de la planta.



Figura 2. Configuración de las variables de control P.

2. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=50, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen, como se observa en la figura 3.

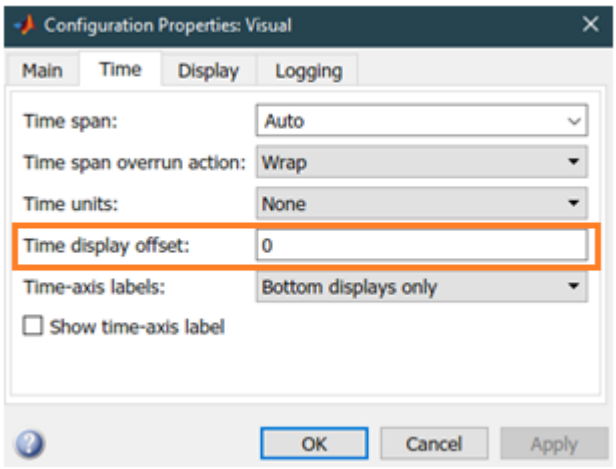


Figura 3. Configuración tiempo.

3. Seleccione Valores de ganancia Proporcional en Pitch y Yaw en Kp = 3, Kp=1 y Kp=0.8, Observe el comportamiento de la planta, observe el comportamiento de la planta y realice el mismo procedimiento del numeral 2.
4. Observando el comportamiento de la planta en Pitch y Yaw Seleccione una Ganancia proporcional diferente con la cual se obtenga una respuesta favorable

Preguntas

¿Cómo se comporta los ángulos de Pitch y Yaw con una Ganancia proporcional Alta y con Una Baja?

¿Cuál fue la ganancia Kp más óptima para el sistema?

¿Por qué el control proporcional por sí solo no alcanza a estabilizar la planta?

En la siguiente práctica se realizarán pruebas de un controlador proporcional – integral (PI), por medio de la interfaz gráfica

1. Fije el Set Point en un valor intermedio de la posición de la planta en cada uno de los ángulos como se muestra en la figura 2, luego configure el Valor de Ganancia Proporcional en Pitch y Yaw en 8, y la Ganancia Integral en Ki = 2, estos valores se colocan como se muestra en la figura 3. Observe el comportamiento de la planta.

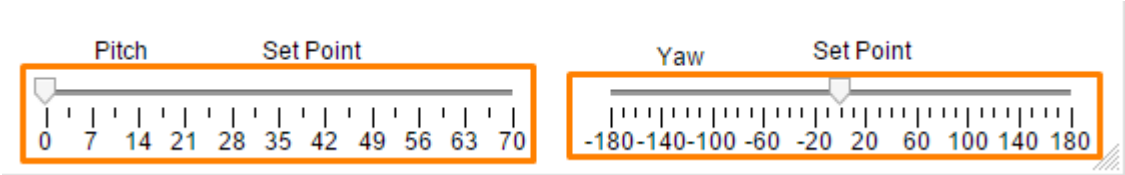


Figura 2. Selectores de Set Point Pitch y Yaw.

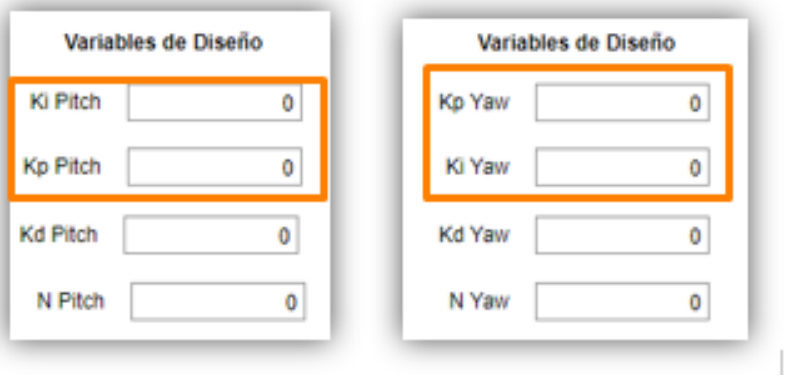


Figura 3. Ingreso valores control PI Pitch y Yaw.

2. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=50, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen, de la forma que se muestra en la figura 4.

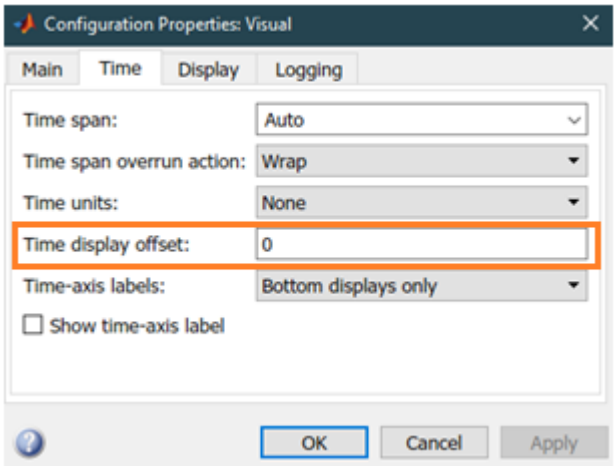


Figura 3. Configuración del tiempo.

3. Seleccione Valores de ganancia integral en Pitch y Yaw en Ki = 1, Ki=0.7 y Ki=0.4, Observe el comportamiento de la planta, observe el comportamiento de la planta y realice el mismo procedimiento del numeral 2.
4. Observando el comportamiento de la planta en Pitch y Yaw Seleccione una Ganancia Integral diferente con la cual se obtenga una respuesta favorable.

Preguntas

¿Qué sucede al aumentar la ganancia Integral Ki?

¿Qué diferencias existen y se pueden apreciar según el cambio de las ganancia Integral Ki?

¿Cuál es la característica principal del control integral?

En la siguiente práctica se realizarán pruebas de un controlador proporcional – derivativo (PD), por medio de la interfaz gráfica,

1. Fije el Set Point en un valor intermedio de la capacidad de la planta en cada uno de los ángulos, luego configure el Valor de Ganancia Proporcional en Pitch y Yaw en 8, y la Ganancia Integral en Kd = 0.8. Observe el comportamiento de la planta, como se observa en la figura 1.



Figura 1. Ingreso de las variables de control.

2. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=50, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen, de la forma que se muestra en la figura 2.

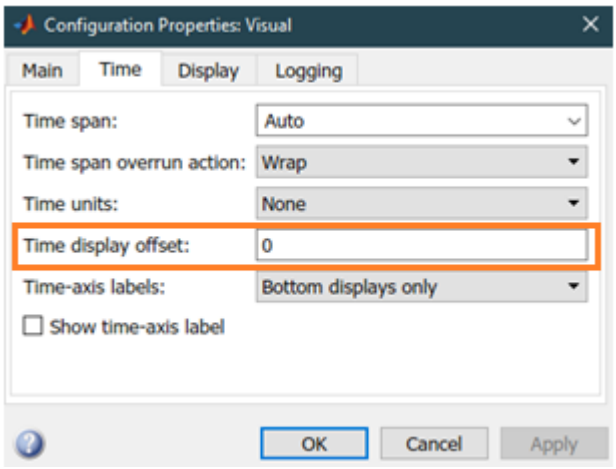


Figura 2. Configuración del tiempo.

3. Seleccione Valores de ganancia integral en Pitch y Yaw en Kd = 0.4, Kd=0.1 y Kd=0.02, Observe el comportamiento de la planta, observe el comportamiento de la planta y realice el mismo procedimiento del numeral 2.
4. Observando el comportamiento de la planta en Pitch y Yaw Seleccione una Ganancia Derivativa diferente con la cual se obtenga una respuesta favorable.

Preguntas

¿Qué sucede al aumentar la ganancia Derivativa Kd?

¿Qué diferencias existen y se pueden apreciar según el cambio de las ganancias derivativas Kd?

¿Cuál es la característica principal del control Derivativo?

En la siguiente práctica se realizarán pruebas de un controlador proporcional – derivativo (PD), por medio de la interfaz gráfica, se analizan las respuestas obtenidas luego de la variación de los parámetros del controlador.

1. Ajuste el valor de referencia de pitch en 30 y el de Yaw en 90, configure el valor de la ganancia Proporcional Kp = 5 en, Ganancia integral Ki = 1 y Ganancia Derivativa Kd = 0.25como se muestra en la figura 1



Figura 1. Ingreso de las variables de control.

2. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=50, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen.

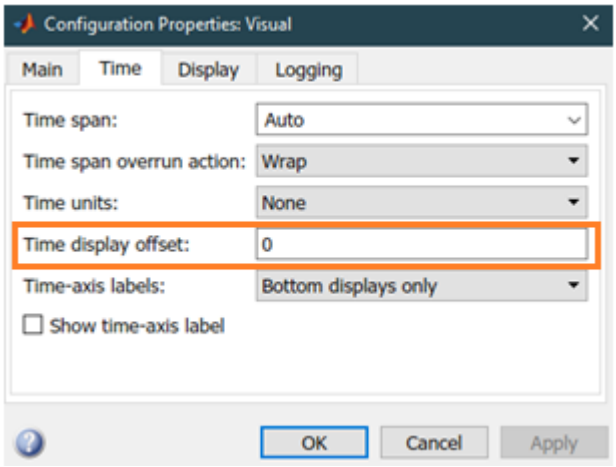


Figura 2. Configuración del tiempo.

3. Aumente o disminuya la Ganancia Kp en cada Angulo hasta que el sistema oscile, obtenido esta ganancia proceda a terminar la simulación y determine el tiempo de ángulo de oscilación de la planta tanto para pitch y yaw. Realice el mismo procedimiento del numeral 2.
4. Obtenga los parámetros del PID aplicando la Regla de Ziegler-Nichols y anótelos en la tabla. Con estos datos ajuste el controlador PID, fijando las ganancias Kp, Ki y Kd en cada caso.
5. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=50, Guarde la gráfica de comportamiento como una imagen u anote las Observaciones.
6. Observando el comportamiento de la planta en Pitch y Yaw Seleccione y/o ajuste las ganancias Kp, Ki y Kd Hasta que se obtenga una respuesta favorable.
7. Calcule las ganancias Kp, Ki y Kd, teniendo en cuenta que la plana tiene un comportamiento basado en la función de transferencia para pitch y yaw.
   Recuerde calcular la constante N para cada caso.

Preguntas

¿Qué ventajas y desventajas tiene el control con una respuesta oscilatoria?

Al lograr la estabilidad ¿Qué sucede si se variar el Set-Point?

Es recomendable tener un sobre impulso en la salida de la planta

Esta práctica de laboratorio consiste en la implementación de un controlador LQR, en el cual se establecen sus variables de diseño.

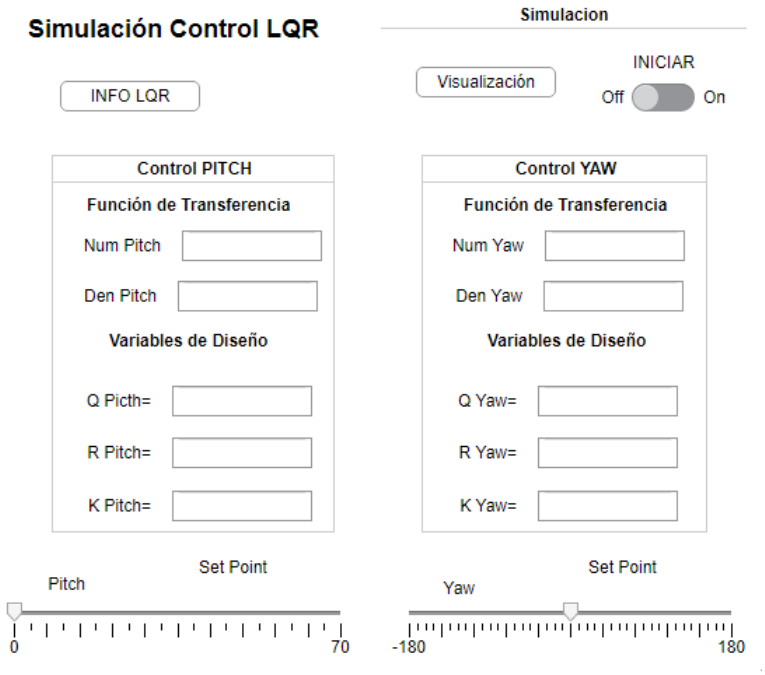


Figura 1. Pantalla principal controlador LQR.

1. Ajuste el valor del set point de pitch en 30 grados y el de Yaw en 90 grados, configure el valor de la Matriz Q = [1 0; 0 1] y el valor de R = 100, como se observa en la figura 2.



Figura 2. Ingreso de datos Controlador LQR.

2. Durante el Proceso, tome datos de los Sensores y tiempo configurando el tiempo de las gráficas en t=30, y Guardando la gráfica de comportamiento como una imagen.

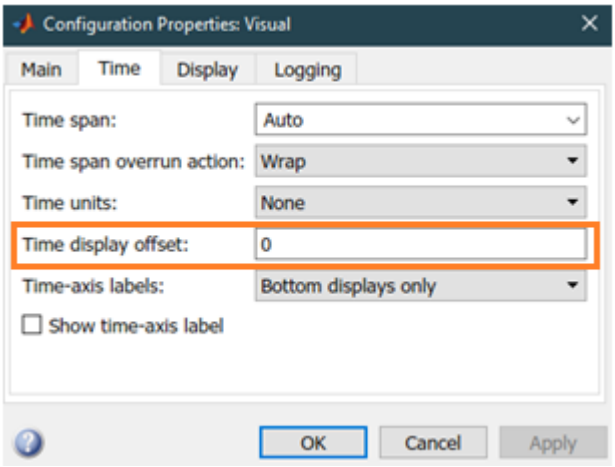


Figura 2. Configuración del tiempo.

3. Cambie el valor de R tanto para Pitch y Yaw en los siguientes valores: R = 50, R= 15 y R = 8. Realice el mismo procedimiento del numeral 2.
4. Observando el comportamiento de la planta en Pitch y Yaw calcule los valores de la Matriz Q para el sistema de ecuaciones.
5. Configure los valores de Q para cada ángulo y determine un valor de R que estabilice la planta. Realice el mismo procedimiento del numeral 2.

Preguntas

¿Qué ventajas y desventajas tiene el control LQR en relación con el control PID?

¿Qué valor de R tanto para Pitch y Yaw tiene la mejor respuesta en la planta?

¿Qué tan estable es este controlador a la variación del Set Point?

MANTENIMIENTO

Preventivo

Constituye en la inspección visual, ajustes, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, limpieza y verificación de los elementos de la Planta.

- Limpieza de acumulación de polvo sobre la estructura, cableado, hélices y mesa de trabajo, verificar que no exista ningún cuerpo extraño a la planta dentro de las hélices o los ejes.

ADVERTENCIA
No se debe rociar ningún líquido sobre la planta. Esto podría generar cortocircuitos o dañar los elementos de la planta

ADVERTENCIA
Realizar los mantenimientos con los equipos desconectados de la alimentación eléctrica para evitar daños y/o lesiones.

- Revisar conexiones periódicamente, de ser necesario limpiarlas con limpia contactos y realizar un ajuste.
- La planta cuenta con partes móviles que pueden ser lubricadas, como los rodamientos y ejes, es importante lubricarlas para alargar la vida útil de los mismos.

ADVERTENCIA
Riesgo mecánico, utilice guantes y siempre tenga presente que puede sufrir lesiones al manipular las hélices y los ejes.

- Complete la tabla de mantenimiento para llevar un registro de los mantenimientos realizados.

Tabla de datos Mantenimiento Helicóptero Quanser 2 DOF			
Especificaciones.		Fecha:	
		Nombre:	
		N_0.	
		Cargo:	
ITEM #	**Componente**	**Estado**	**observación**
Observaciones:			
		Firma:	

Procedimiento para el desmonte total de la planta

ADVERTENCIA

Realice este procedimiento cuando sea estrictamente necesario, informe al personal encargado de laboratorio y tenga presente que este procedimiento debe hacerlo una persona con conocimientos básicos de electrónica.

Herramientas necesarias:

- Alicates.
- Destornilladores (estrella y pala).
- Llaves Bristol.
- Alcohol isopropílico.
- Lubricante.
- Cepillo.

Procedimiento:

ADVERTENCIA

Riesgo mecánico, utilice guantes y siempre tenga presente que puede sufrir lesiones al manipular las hélices y los ejes.

ADVERTENCIA

Realizar los mantenimientos con los equipos desconectados de la alimentación eléctrica para evitar daños y/o lesiones.

Desconecte los cables de los motores y del encoder que están en el eje de yaw, con un llave retire los 4 tornillos que sujetan el cuerpo del helicóptero al soporte del eje al eje, debe queda dividida la planta en dos partes como se observa en la figura 1.

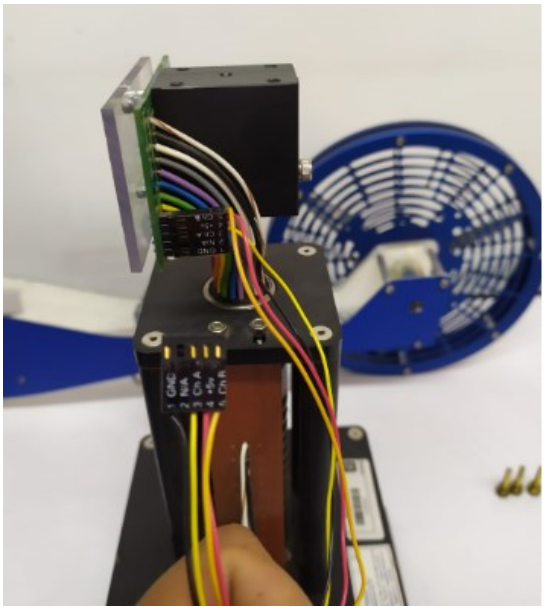


Figura 1. Conector encoder, planta desacoplada.

De esta manera ya se accede más fácilmente para realizar la limpieza, con ayuda de un trapo humedecido con alcohol isopropílico se limpian las superficies que se encuentre con polvo, aquí también se encuentra el rodamiento que permite que gire libremente el cuerpo del helicóptero, este luego de una limpieza con el cepillo y alcohol isopropílico, si es necesario se aplica un poco de lubricante en el rodamiento, el cual se encuentra indicado en la figura 2.

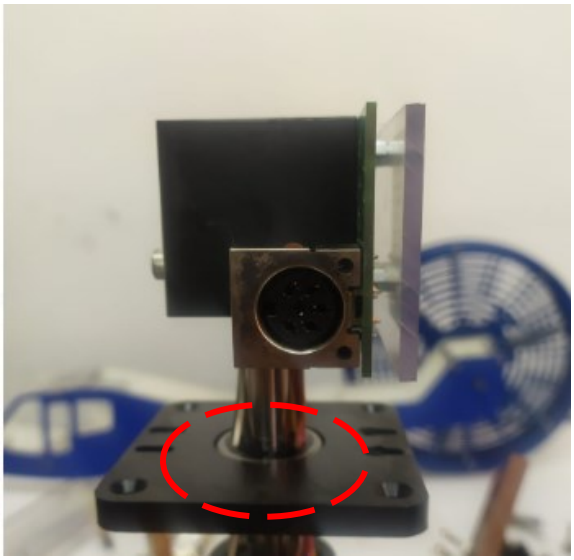


Figura 2. Conector motor, rodamiento eje yaw.

Retirando el soporte que va acoplado a la punta del eje se puede acceder a la protección del el eje para desmontarla, está además sostiene el soporte que une los contactos de los motores y el encoder de pitch al sistema, es un cilindro con láminas metálicas que evita que los cables se enreden en el eje, con esta sección al descubierto ya se pasa el trapo para limpiar las superficies más fácilmente, si es necesario utilice el cepillo humedecido con alcohol donde vea exceso de suciedad,

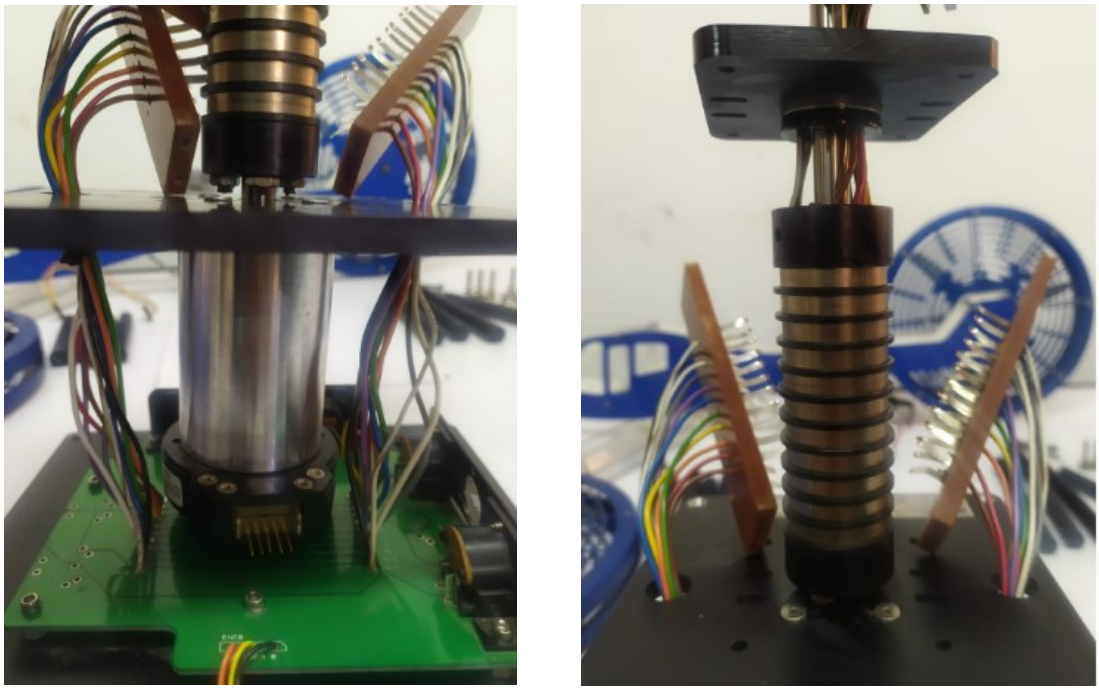


Figura 3. Base eje yaw y conexión de cables.

Teniendo desacoplada la protección también nos da acceso al soporte del encoder inferior, el cual también se desconecta, siempre recordando que el cable negro va conectado al pin de tierra, y de esta manera limpiar esta zona.

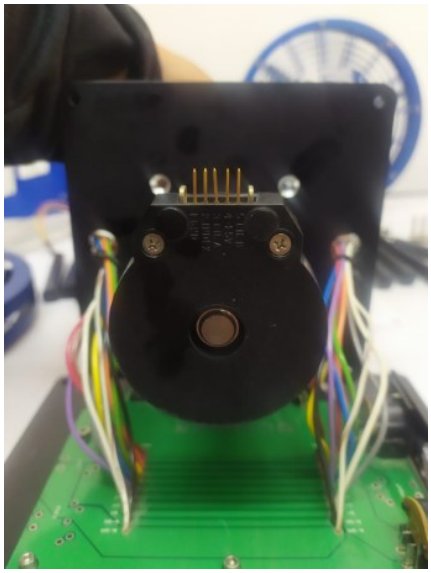


Figura 4. Encoder yaw.

Con la estructura principal del helicóptero ya desmontada es más fácil realizar la limpieza, retirando los escudos de las hélices se realiza una limpieza mejor de estas.

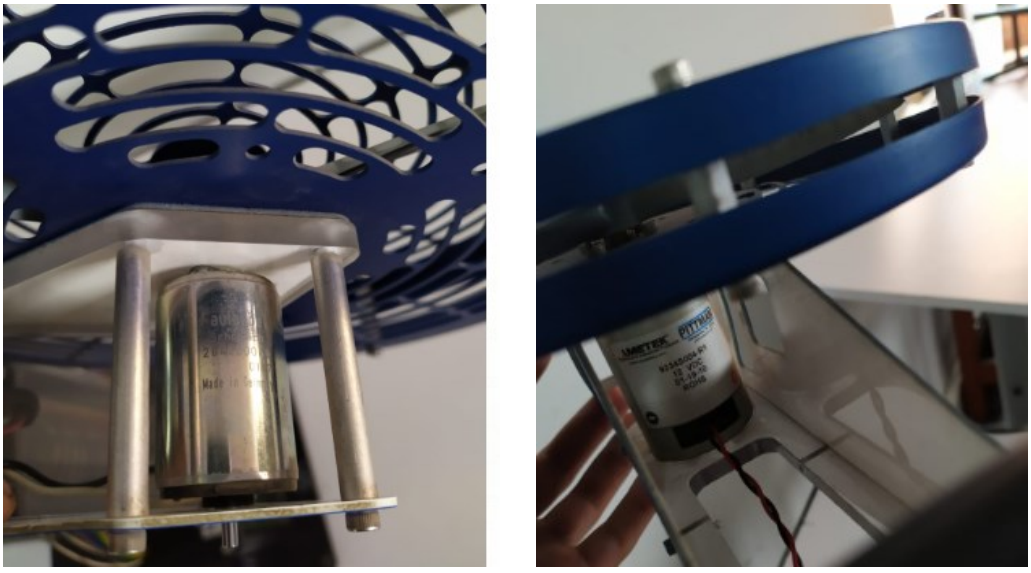


Figura 5. Motores.

Además, se limpian todos los conectores con un limpia contactos, se verifica que todos elementos del helicóptero se encuentren en buen estado, de no ser así se notifica al personal del laboratorio. Finalmente se arma todo de nuevo en su respectivo orden.

Correctivo

Radica en localizar defectos o averías de algún elemento de la planta, para ser reparado o reemplazado por un repuesto nuevo.

- **Hélices**

  Se reemplaza la hélice dañada por una nueva para esto comuníquese con el fabricante de la planta.

- **Motores**

  Se pueden desmontar fácilmente desmontando el escudo y la hélice, y ser llevado a mantenimiento si es por desgaste de escobillas o se reemplaza por uno nuevo que tenga las mismas dimensiones y características, también puede comuníquese con el fabricante de la planta.

- **Rodamientos**

  Se recomienda el cambio de rodamiento cada dos años, o si presentan fricción excesiva al realizar algún movimiento

- **Cables**

  Si se presenta algún desperfecto en los cables por fractura o rompimiento abstenerse de realizar empalmes de las áreas afectadas esto puede generar que se dañen más partes del sistema, realice el cambio del cable total.

- **Fuentes**

  Si alguna de las dos fuentes no está en su rango nominal de funcionamiento +/- 15 V para yaw y +/- 24 V para pitch, reemplácela para esto comuníquese con el fabricante de la planta.

ADVERTENCIA

Riesgo eléctrico alto por las corrientes que maneja las fuentes de amplificación manejan corrientes de 3A en Pitch y 5A en yaw.

Realizar el mantenimiento del sistema de tal manera:

Mensual: Reajustando principalmente los motores, limpiando superficialmente las partes y piezas de la planta cuidando de no derramar ningún líquido.

Semestral: Revisión, reajuste y limpieza profunda de la planta, incluye contactos de los motores, conectores, encoders, fuentes, se recomienda hacer cambio de rodamientos Cada año dependiendo del uso, para la limpieza es necesario desmontar la planta.