**Laboratorio:** Análisis de control de altura del

dron Crazyflie 2.1

**Objetivos**

* Comprender el comportamiento dinámico del dron Crazyflie al emplear un controlador PID en la altura de vuelo.
* Observar el efecto de los parámetros KP, KI y KD en la respuesta del sistema, tanto en simulaciones como en experimentos físicos.
* Comparar los resultados entre un modelo simplificado en distintas condiciones y el comportamiento real del dron, identificando diferencias y limitaciones del modelo.
* Desarrollar habilidades de implementación y ajuste de controladores PID en entornos de simulación en Matlab y experimentaciones prácticas.

**Este laboratorio se desarrollará en una sesión.**

Una bicicleta estacionada

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Figura 1.** Dron Crazyflie 2.1 ensamblado.

**Material y equipo**

A continuación, se enlistan los materiales y el equipo necesario para desarrollar este laboratorio:

* Dron Crazyflie 2.1 con placa Flow Deck integrada
* Dispositivo Crazyradio PA
* Ordenador con Windows 10/11 con Matlab y Python instalados
* Paquete/carpeta de herramientas de software descargado
* Sistema de Captura de Movimiento del ecosistema Robotat del laboratorio CIT-116

**Prelaboratorio: Manual de usuario de dron Crazyflie**

Previo a asistir a la sesión de laboratorio designada, deberá leer el [manual de usuario del Crazyflie 2.1](https://drive.google.com/file/d/157fDCxXf_BLKTRiDAqIZCCapgSy8fdp2/view). Debe procurar que entiende el funcionamiento básico del dron e instalar en su ordenador todas las dependencias de *software* presentadas. Esto se debe a que el tiempo de laboratorio está dado exclusivamente para realizar experimentos con el controlador de posición del dron.

**Primera parte: Simulación del modelo simplificado en condiciones ideales**

En esta sección, deberá realizar una simulación en Matlab del comportamiento del modelo simplificado de un dron, controlado por un controlador PID en condiciones ideales. Deberá seguir los pasos presentados a continuación para lograr la simulación, obtener respuestas para distintas versiones del controlador y, con base en estas, responder un conjunto de preguntas.

1. Deberá definir variables para almacenar los valores de los parámetros de la simulación, correspondientes a todas las cantidades involucradas, como las características del sistema o los parámetros del controlador. A continuación, se le proporciona un listado de las variables mínimas que debe incluir:
   1. Parámetros del sistema
      1. Masa del dron
      2. Gravedad
   2. Parámetros del controlador PID
      1. KP: Ganancia proporcional
      2. KI: Ganancia integral
      3. KD: Ganancia derivativa
      4. Variables para almacenar el error
   3. Otros parámetros de simulación
      1. Altura objetivo
      2. Tiempo de simulación
      3. Variables de estado inicial
      4. Vectores para almacenar resultados
2. Establezca una estructura cíclica como bucle de simulación, en ella actualizará la altura del dron en cada paso del tiempo, realizará el cálculo del error, la actualización del controlador PID y la simulación de la dinámica del dron.
   1. Deberá calcular el error de altura actual, el error integral y el error derivativo.
   2. Empleando los parámetros del controlador definidos y los errores anteriormente calculados, plantee la ecuación del controlador PID para determinar la entrada en los motores.
   3. Empelando el resultado del controlador, determine la aceleración, velocidad y posición del dron.
   4. Añada la nueva altura, velocidad, potencia de entrada y error en los vectores correspondientes.
3. Posteriormente, realicé una figura con tres gráficas que permitan visualizar los resultados de la simulación (altura, error y señal de control a lo largo del tiempo). Con base en sus resultados responda:

**Segunda parte: Simulación de modelo simplificado en condiciones NO ideales**

En esta sección, nuevamente realizará una simulación del modelo simplificado del dron con la diferencia de que lo hará para un entorno con condiciones no ideales. Deberá modificar el código de la sección anterior, añadiendo los efectos de la no idealidad del sistema.

**Tercera parte: Experimentación física con el dron**

**Evaluación:**

A más tardar una semana después de la sesión (el día de inicio del próximo laboratorio), deberán subir un reporte a Canvas (**archivo.pdf; uno por pareja de laboratorio**)

El reporte deberá incluir:

1. **Identificación:** sus nombres, carnés, nombre del curso, sección de laboratorio (11, 12, 21 o 22), número y título del laboratorio, fecha.
2. Una sección de **Resultados**, en la que incluyan todas las funciones, gráficas y demás resultados obtenidos. También deben incluir las respuestas a las preguntas planteadas en la guía (breves, al punto). **Asegúrense de incluir todo lo requerido en esta guía. Se verificará que esté todo lo indicado en color azul.**

**USEN LA NUMERACIÓN DE LA GUÍA PARA ORGANIZAR SUS RESULTADOS.** Por ejemplo, la figura la figura con las gráficas pedida en el inciso 3 de la Segunda Parte debería estar bajo el numeral 3 de una sección titulada “Segunda Parte”. Si lo prefieren, pueden numerar las secciones así: 2.3, 2.4, …, 3.2, etc. Los incisos de la guía que no requieran resultados (nada en **azul**) no necesitan aparecer en el reporte (por ejemplo, los de la Primera Parte, o el inciso 1 de la Segunda Parte).

**Asegúrense de numerar y titular todas las figuras/gráficas** (ej.: Figura 1. Gráficas de entrada y salida del circuito, versus número de muestra).

Asistencia y trabajo en el laboratorio: 20%

Reporte: 80%