

Parcial 1 – Proyecto Instrumental 2 : Control – 2024/1

I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para el curso de control se desea construir una maqueta de control de varias variables y se pensó en un sistema de control de altitud z y giro θ del sistema presentado a continuación:

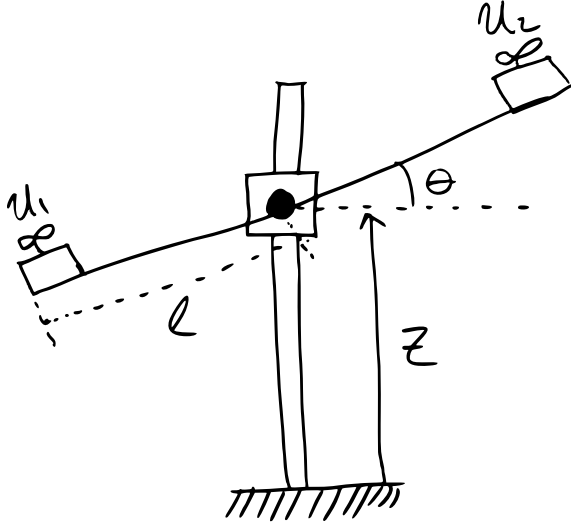


Fig. 1. Diagrama del sistema.

El sistema cuenta con dos motores a los cuales se les puede enviar directamente la orden de velocidad angular (en rad/s) u_1 y u_2 respectivamente para el motor 1 y motor 2. Este sistema contará con un encoder que nos entrega la posición angular del sistema θ (en rad) y un sensor de altura z (en m). El sistema está bien balanceado, es decir el centro de masa está alineado con el centro de rotación. El sistema solo tiene dos grados de libertad, este solo puede ascender en z y rotar en θ , los otros movimientos están restringidos. Adicionalmente contamos con los siguientes parámetros del sistema¹:

- $k = 5,32 \times 10^{-6}$ kg·m/rad² constante de sustentación.
- $b_z = 0,25$ kg/s constante de arrastre en z .
- $b_\theta = 0,01$ kg·m²/s constante de arrastre en θ .
- $m = 0,5$ kg masa.
- $I_l = 4,856 \times 10^{-3}$ kg·m² inercia rotacional.
- $l = 0,225$ m distancia del centro al motor.
- $g = 9,81$ m/s² gravedad.

La fuerza de sustentación generada por cada motor está dada por la relación:

$$F_s = k \cdot u_i^2$$









¹Datos tomados de [aquí](#)

donde k es la constante de sustentación y u_i es la velocidad angular de cada motor. Es importante aclarar que los motores no reciben velocidades negativas por lo que la fuerza solo puede ser ejercida en una sola dirección. Adicionalmente recordemos que tendremos en cuenta 5 fuerzas sobre el sistema:

- La fuerza de sustentación en cada motor.
- Las fuerza de arrastre en z y en θ .
- El peso del sistema.

II. LISTA DE TAREAS



El parcial se evaluará sobre 11000 puntos. Cada tarea de la lista debe estar completamente argumentada, argumentos pobres en algún elemento de la tarea no sumará puntos para esa tarea. Adicionalmente los elementos del 2 al 6 deben estar acompañado con el diagrama de bloques del sistema, ya sea en lazo abierto o cerrado.

- 1 (1000 ) Encontrar ecuaciones diferenciales que modelan el sistema.
- 2 (1000 ) Construir la descripción del sistema en espacio de estados, suponiendo las velocidades del motor como entradas del sistema y los sensores anteriormente descritos. Cuales son las matrices A , B , C y D .
- 3 (1000 ) Diseñar un controlador K para controlar las dos variables de salida del sistema sin suponer que podemos observar todas las variables de estado.
- 4 (1000 ) Diseñar un observador L para estimar todos los estados del sistema y verificar observabilidad.
- 5 (1000 ) Diseñar un controlador K para controlar las dos variables de salida del sistema considerando el observado anteriormente diseñado y verificar la controlabilidad del sistema.
- 6 (1000 ) Agregar el lazo de control integral al sistema para controlar el sistema y llegar al objetivo.
- 7 (1000 ) Es posible controlar la altura z y el ángulo θ usando solo un motor? Justificar matemáticamente la respuesta y que motor seleccionó.
- 8 (1000 ) Es posible observar todos los estados del sistema con las medidas de un solo sensor (sensor

El parcial debe ser realizado de manera **individual**, cualquier intento de buscar ayuda en otra persona del curso o externa constituye fraude. Todo esto, en concordancia con los [artículos 115 al 119 del Reglamento Académico de los Programas de Pregrado](#). Incurrir en una actividad fraudulenta acarrea las sanciones disciplinarias, una de las sanciones será la calificación de cero punto cero (0.0) en la nota relacionada con este parcial. Al enviar la solución de este parcial afirmas que el trabajo es de tu autoría y entiendes el Reglamento

Parcial 1 – Proyecto Instrumental 2 : Control – 2024/1

de altura o sensor de ángulo)?, si es posible diseñar el observador.

- 9 (2000 ) Usar python o simulink para simular el sistema completo con el observador y el controlador.
- 10 (1000 ) Concluir cada una de las tareas y el parcial.

Para cada etapa del parcial si el útil verificar observabilidad y controlabilidad de los sistema planteados. Usar respuestas temporales ya sea usando la función **step**, una simulación dinámica ([ejemplo aquí](#)) o simulink, para verificar y justificar su elección.

Recordemos los requisitos para hacer control:

1. Que el sistema sea estable.
2. Que el sistema llegue al objetivo.
3. Que el sistema llegue al objetivo a pesar de perturbaciones.

III. SUSTENTACIÓN DEL PARCIAL

La sustentación del parcial se hará a través de un vídeo subido a YouTube (el vídeo puede ser público o no listado) en el cual se sustentará el desarrollo completo del parcial para enviar el enlace del vídeo usar [este formulario](#). Entregar un documento guardado como PDF en formato libre (LaTeX, Word, etc.) con el desarrollo del parcial, este solo será con fines de soporte, el parcial se calificará a partir de la información presentada en el vídeo.

Para grabar la pantalla del computador pueden usar el software [OBS Studio](#).

A. *Requisitos del vídeo*

- Vídeo en formato horizontal.
- Su rostro debe aparecer durante todo el vídeo.
- Limite de tiempo para el vídeo es de 20min.
- No se puede acelerar el vídeo con software de edición.

B. *Envío de documento de soporte por Tareas de Microsoft TEAMS*

El documento de soporte debe ser enviado en formato **PDF** con nombre de usuario de la universidad como nombre del archivo. En mi caso:

dcasta25.pdf

IV. INFORMACIÓN ADICIONAL

Si necesitan más información sobre el parcial por favor preguntarme por el Chat de Microsoft Teams.

En el documento encontraran texto en **purpura** que ha sido adicionado para aclarar elementos del parcial.

Muchos ánimos con el parcial!

El parcial debe ser realizado de manera **individual**, cualquier intento de buscar ayuda en otra persona del curso o externa constituye fraude. Todo esto, en concordancia con los [artículos 115 al 119 del Reglamento Académico de los Programas de Pregrado](#). Incurrir en una actividad fraudulenta acarrea las sanciones disciplinarias, una de las sanciones será la calificación de cero punto cero (0.0) en la nota relacionada con este parcial. Al enviar la solución de este parcial afirmas que el trabajo es de tu autoría y entiendes el Reglamento

Académico de los Programas de Pregrado de la Universidad.