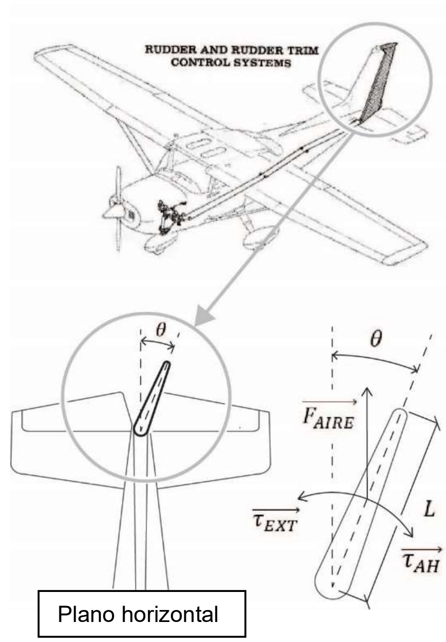
| | | |
|---|---|---|
| **Carrera:** | **INGENIERÍA ELÉCTRICA** | **Instituto de Ingeniería Eléctrica** |
| **Materia:** | **CONTROL** | |
| **Asignatura:** | **SISTEMAS Y CONTROL** | **Departamento de Sistemas y Control** |
| **Plan:** | **97** | |
| **Fecha:** | **16/02/2023** | **PERIODO: FEBRERO 2023** |

## Problema 1

El sistema de control de la mayoría de las aeronaves pequeñas se sirve de una serie de superficies móviles que modifican la pose de la aeronave aprovechando las fuerzas de acción y reacción del aire en el que se desplazan.

El siguiente problema se centra en el modelado y diseño del timón de dirección de una avioneta. Este timón modifica la pose de la aeronave en el plano horizontal. El timón se modela como una superficie rectangular de largo $L$, que pivota sobre uno de sus vértices.




Sobre dicha superficie actúan tres torques distintos:

- Un torque generado por acción del rozamiento del aire contra la superficie.
    - La fuerza de rozamiento del aire actúa siempre en la dirección de desplazamiento de la aeronave, y puede modelarse como $\overrightarrow{F_{AIRE}} = -b.sen(\theta).\overrightarrow{v_{AIRE}}$, con:
        - $b$ un coeficiente de rozamiento
        - $\theta$ el ángulo entre la superficie de control y la dirección de desplazamiento
        - $\overrightarrow{v_{AIRE}}$ la velocidad relativa de la aeronave en el aire

      La fuerza $\overrightarrow{F_{AIRE}}$ actúa en el centro de masa del timón $\left(\frac{L}{2}\right)$
- Un torque generado por un sistema de accionamiento hidráulico $\tau_{AH}$
- Un torque externo $\tau_{EXT}$ generado por fenómenos no modelados

Además, se suponen las siguientes características:

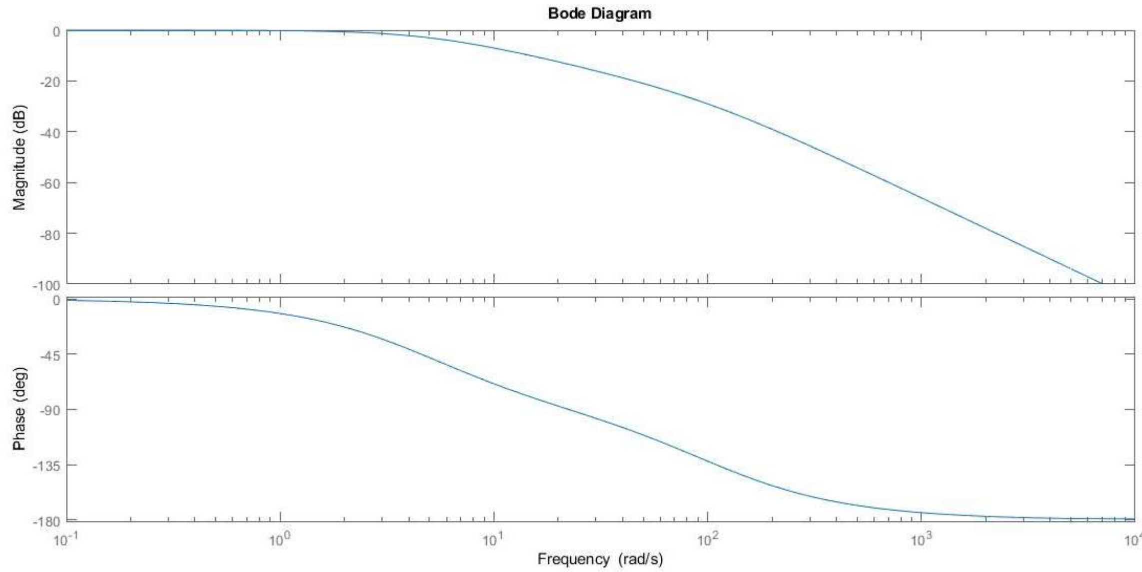
- La aeronave se considera un sistema inercial en si misma. Es decir, se desprecian las aceleraciones de transporte sobre el timón de dirección
- El timón de dirección tiene una inercia $J$ sobre el eje de giro señalado en la figura

Se pide:

1. Desarrollar un modelo en variables de estado del sistema descrito, considerando $[\tau_{AH}, \tau_{EXT,} v_{AIRE}]$ como entradas y $\theta$ como salida

El sistema hidráulico que gobierna el timón es controlado por un voltaje $v_C$, generando $\tau_{AH}$ como salida. Con el objetivo de modelar este sistema se lleva adelante un ensayo en tierra ($v_{AIRE} = 0$, $\tau_{EXT} = 0$).

El ensayo consiste en inyectar señales $v_C$ de distintas frecuencias y medir la velocidad angular resultante del timón $\dot{\theta}$, generando un **diagrama de Bode para** $\frac{\dot{\theta}}{v_c}(s)$**.** El resultado obtenido se muestra en la siguiente figura




2. En base al resultado del punto anterior, obtener un modelo para la **transferencia** $\frac{\tau_{AH}}{v_c}(s)$
3. Desarrollar una linealización del modelo obtenido en la parte 1 en torno al punto $[0, 0, v_{AIRE\,0}]$. Analice conceptualmente el resultado obtenido, prestando especial atención a la relación entre las entradas y salidas del sistema.

Por su parte, el sistema hidráulico es comandado por un bloque con una respuesta $v_C = K.(\theta_{SP} - \theta)$, donde $\theta_{SP}$ es una referencia de ángulo objetivo, $K$ es una constante positiva y $\theta$ es el ángulo actual del timón.

4. Desarrollar un diagrama de bloques del sistema completo, considerando los resultados de las partes 1, 2 y 3
5. Determinar la matriz de transferencia del sistema

A partir de esta sección, se consideran los siguientes valores numéricos

$J = 50kg.m^2$ $\qquad b = 100\frac{N.s}{m}$ $\qquad L = 1m$ $\qquad v_{AIRE_0} = 100\frac{m}{s}$

6. Dibujar el lugar geométrico de las raíces para el subsistema $\frac{\theta}{\theta_{SP}}(s)$. Estudiar la estabilidad del subsistema según el parámetro $K$
7. Determinar el valor de K para que el subsistema $\frac{\theta}{\theta_{SP}}(s)$ tenga el tiempo de levantamiento más rápido posible sin presentar comportamiento oscilatorio.
8. Analizar la estabilidad del subsistema $\frac{\theta}{\tau_{EXT}}(s)$. En caso de que el sistema no sea estable, proponer un sustituto para el bloque $K$ que garantice la estabilidad