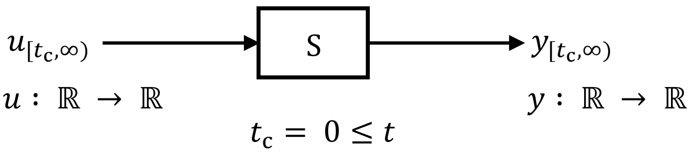
Carrera:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA**	**Instituto de Ingeniería Eléctrica**
Materia:	**CONTROL**	
Asignatura:	**SISTEMAS Y CONTROL**	**Departamento de Sistemas y Control**
Plan:	**97**	
Fecha:	**16/09/2023**	**PARCIAL 2023**

Problema 1 (10 puntos)

Considere los siguientes sistemas:



1) $y(t) = \int_0^t \frac{u(\sigma)}{t-\sigma+1} d\sigma$
2) $y(t) = \int_0^t \frac{u(\sigma)}{(t-\sigma+1)^2} d\sigma$
3) $y(t) = u(\alpha\, t + \beta)$ con $0 \le \alpha \le 1,\ 0 \le \beta \le 1$ constantes.

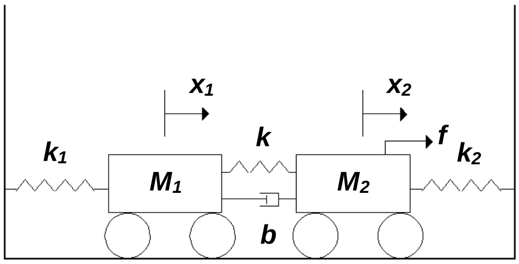
Para cada uno de estos sistemas responda a las siguientes preguntas:

a) ¿Es el sistema causal?
b) ¿Es el sistema lineal?

Justifique sus respuestas. Discuta en función de los parámetros del sistema en caso de ser necesario.

Problema 2 (12 puntos)

Dado el mecanismo de la figura, con dos carritos, tres resortes y un amortiguador de pistón, se considera su movimiento alrededor de la posición de reposo con el carro de masa $\boldsymbol{M_2}$ sometido a una fuerza variable ***f(t)***.



a) Modele el mecanismo con un sistema de la forma:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases}$$

donde $u = f(t), \quad x = [x_1 \quad x_2 \quad \dot{x}_1 \quad \dot{x}_2]^T, \quad y = x.$

b) Deduzca la matriz de transferencia ***H(s)*** para condiciones iniciales nulas.

Carrera:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA**	**Instituto de Ingeniería Eléctrica**
Materia:	**CONTROL**	
Asignatura:	**SISTEMAS Y CONTROL**	**Departamento de Sistemas y Control**
Plan:	**97**	
Fecha:	**16/09/2023**	**PARCIAL 2023**

<u>Problema 3</u> (8 puntos)

La Figura 1 muestra el diagrama esquemático de un sistema de control de posición de un satélite. Pequeños chorros aplican fuerzas de reacción para que el cuerpo del satélite gire a la posición deseada. Cada uno de los chorros ejerce sobre el cohete un empuje **F/2**. Como se enciende siempre una pareja de chorros (A-C o B-D) el efecto neto es un par de valor **F.l**.

El momento de inercia alrededor del centro de masas es **J**.

Suponga que el control de posición es del tipo proporcional y derivativo. La representación en diagrama de bloques del sistema aparece en la Figura 2.

Determine el valor del tiempo derivativo de modo que el valor de la relación de amortiguamiento sea ξ **= 0,7**.

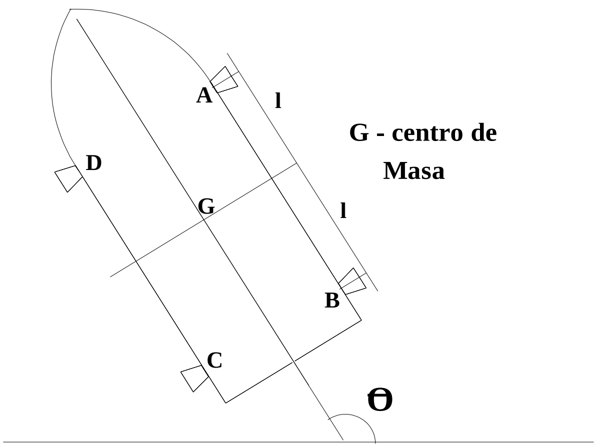


Figura 1

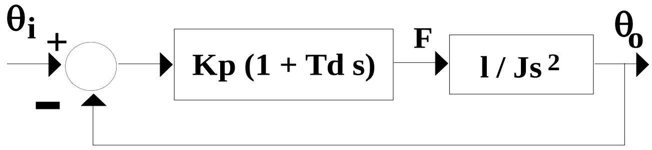


Figura 2

Carrera:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA**	**Instituto de Ingeniería Eléctrica**
Materia:	**CONTROL**	
Asignatura:	**SISTEMAS Y CONTROL**	**Departamento de Sistemas y Control**
Plan:	**97**	
Fecha:	**16/09/2023**	**PARCIAL 2023**

<u>Problema 4</u> (20 puntos)

Dos naciones, *X* e *Y*, se encuentran enfrentadas en una guerra armamentista que se modela mediante las siguientes ecuaciones diferenciales:

$$\frac{d}{dt}x(t) = k\,y(t)\ - \alpha\, x(t) + g(t)\ , \qquad \frac{d}{dt}y(t) = l\,x(t)\ - \beta\, y(t) + h(t)\ .$$

donde $x(t)$ e $y(t)$ representan el nivel armamentístico de la nación *X* e *Y*, respectivamente, en el instante de tiempo t. Los coeficientes de "defensa", k y l, reflejan la intensidad con que una nación reacciona al nivel armamentístico de la nación enemiga. Los coeficientes de "fatiga", α y β, representan el desgaste de cada nación asociado al mantenimiento de su nivel armamentístico. Por último, las señales $g(t)$ y $h(t)$ representan el grado de hostilidad de una nación hacia la otra, en el instante de tiempo t, independiente de la amenaza debida al nivel armamentístico de la nación enemiga.

Se asume que: $\alpha, \beta, k, l\ \geq\ 0$ y $\alpha\beta - kl\ \neq\ 0$.

1) Dibuje un diagrama de bloques del sistema de entradas g y h, y salidas x e y, utilizando solamente bloques proporcionales, sumadores e integradores.

2) Calcule la matriz de transferencia del sistema.

3) Se desea pronosticar cómo evolucionará una carrera armamentística que comienza en $t = 0$, con $x(0) = y(0) = 0$, y tal que $g(t) = g_0$ y $h(t) = h_0$, para $t \geq 0$, donde g_0 y h_0 son constantes positivas.
   a) ¿Bajo qué condiciones los niveles armamentísticos, $x(t)$ y $y(t)$, tienden a valores constantes para $t \to \infty$? Justifique.

   Suponiendo que se verifican estas condiciones:

   b) ¿Cuáles son los niveles armamentísticos pronosticados por el modelo a largo plazo para cada una de las dos naciones?
   c) En el mediano plazo, ¿ocurren oscilaciones? Justifique.

4) Asumiendo que se verifican las condiciones halladas en la parte 3a y que $l = 0$, considere una situación en la que luego de muchos años de hostilidad, en $t = 0$ ambas naciones llegan a un acuerdo y cesan las hostilidades, como se detalla a continuación:

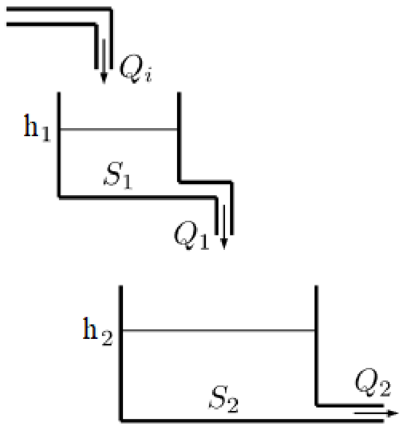
$$g(t)\ = \begin{cases} g_0 & si\ \ t < 0, \\ 0 & si\ \ t \geq 0; \end{cases} \qquad h(t)\ = \begin{cases} h_0 & si\ \ t < 0, \\ 0 & si\ \ t \geq 0; \end{cases} \qquad g_0, h_0 > 0.$$

   Calcule $x(t)$ e $y(t)$ para $t \geq 0$.

Carrera:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA**	**Instituto de Ingeniería Eléctrica**
Materia:	**CONTROL**	
Asignatura:	**SISTEMAS Y CONTROL**	**Departamento de Sistemas y Control**
Plan:	**97**	
Fecha:	**16/09/2023**	**PARCIAL 2023**

<u>Problema 5</u> (15 puntos)

En una planta industrial se tiene el sistema de dos tanques representado en la figura. Las secciones de los tanques 1 y 2 son S_1 y S_2 respectivamente y son uniformes. Se toma el caudal Q_i como entrada y el caudal Q_2 como salida.



Se asume que los flujos en las salidas de los tanques son turbulentos, y que se cumple: $Q_n = K_n\sqrt{h_n}$ con K_n constante positiva para $n = 1, 2$.

Se pide:

1) Hallar las ecuaciones que rigen el sistema.

2) Se desea linealizar el sistema en torno a un punto de equilibrio fijando el punto de operación de la entrada en $Q_i = Q_{i0}$.
   a) Calcular el punto de equilibrio h_{10}, h_{20} para las variables h_1 y h_2.
   b) Hallar un modelo lineal para pequeños apartamientos con respecto al punto de equilibrio y representarlo como un modelo de variables de estado.

3) Realizar un diagrama de bloques y calcular la función de transferencia del modelo lineal.