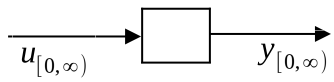
| | | |
|---|---|---|
| **Carrera:** | **INGENIERÍA ELÉCTRICA** | **Instituto de Ingeniería Eléctrica** |
| **Materia:** | **CONTROL** | |
| **Asignatura:** | **INTRODUCCIÓN A LA TORÍA DE CONTROL** | **Departamento de Sistemas y Control** |
| **Plan:** | **97** | |
| **Fecha:** | **29/09/2018** | **PRUEBA PARCIAL** |

**Nombre:** ____________________________ **C.I.:** ____________________

**Los ejercicios 1 y 2 deben ser contestados en esta hoja**

**Puntaje total: 65 puntos** **Tiempo disponible: 3:40 horas**

**Ejercicio 1** (Total 12 puntos: 1 punto por correcta; -1 punto por incorrecta)

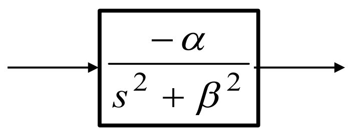



Considere los siguientes sistemas. t ≥ 0 $u: R \to R$ $y: R \to R$

¿Son estables? ¿Son lineales?

| Sistema | ¿Estable? | | ¿Lineal? | |
|---|---|---|---|---|
| | SI | NO | SI | NO |
| $y(t)=\int_0^t \frac{u(\sigma)}{t-\sigma+1}.d\sigma$ | | | | |
| $y(t)=\int_0^t \frac{u(\sigma)}{(t-\sigma+1)^2}.d\sigma$ | | | | |
| $y(t)=\int_{t/2}^t \frac{u(\sigma)}{(t-\sigma+1)^2}.d\sigma$ | | | | |
| $y(t)=3.u(t+1)+4$ | | | | |
| $y(t)=u(e^{-t})$ | | | | |
| $y(t)=\text{sen}(u(t))$ | | | | |

**Ejercicio 2** (6 puntos)

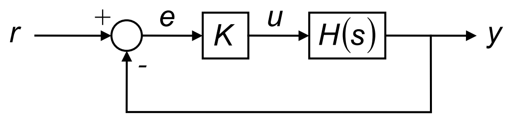



Considere el sistema lineal e invariante en el tiempo de la figura, dado por su función de transferencia $(-\alpha)/(s^2+\beta^2)$ donde $\alpha$ y $\beta \in \mathbf{R}^+$.

1) ¿El sistema es estable en el sentido BIBO? (sigla en inglés de Entrada Acotada - Salida Acotada)
Justifique su respuesta con 2 argumentos diferentes.

**Ejercicio 3** (7 puntos)

Se considera el sistema, de entrada $r$ y salida $y$, que se representa en la figura, donde




$$H(s)=\frac{s+1}{s^2-2s+1} \quad , \quad \text{y} \quad K>0 .$$

1- Dibuje detalladamente el lugar geométrico de las raíces de la ecuación característica del sistema realimentado, incluyendo la mayor información posible.

2- Determine el rango de valores de K>0 en el que el sistema realimentado es estable.

3- Determine el rango de valores de K>0 en el que la respuesta del sistema al escalón tienda asintóticamente a un valor de régimen sin presentar oscilaciones.

## Ejercicio 4 (19 puntos)

Se considera el circuito de la **Figura 1**, donde el diodo de efecto túnel tiene una característica corriente-voltaje como se especifica en la **Figura 2**, en unidades consistentes.

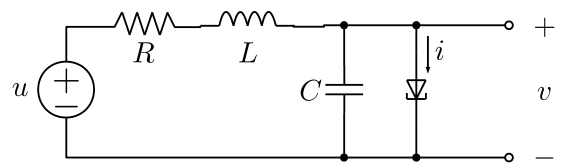



**Figura 1**

Los valores de los parámetros $R$, $L$, y $C$ se suponen conocidos.

1) Encuentre una representación en variables de estado para el sistema de entrada $u$ y salida $v$.

Para las siguientes partes del ejercicio se asumirán los siguientes valores numéricos en unidades consistentes:

$$R = \frac{1}{2},\ L = 1,\ \text{y}\ C = \frac{1}{2}.$$

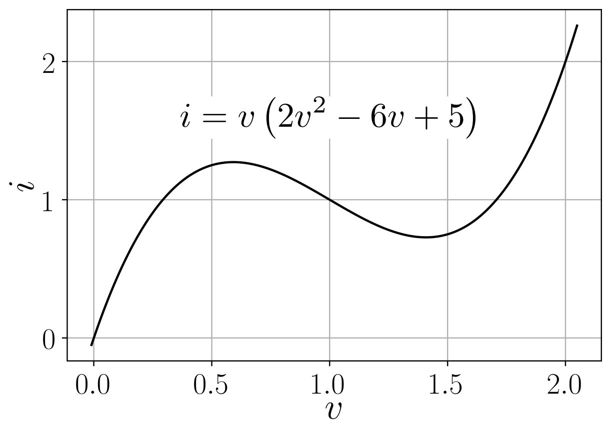



**Figura 2**

2) Determine $u = U_0$ (constante), de forma tal de polarizar al diodo en un punto de operación con un voltaje de polarización directa $v = V_0 = 1$. ¿Es este el único punto de operación posible para $u = U_0$?

3) Linealice la representación hallada en 1) en torno al punto de operación referido en 2). Halle la función de transferencia correspondiente y determine sus polos.

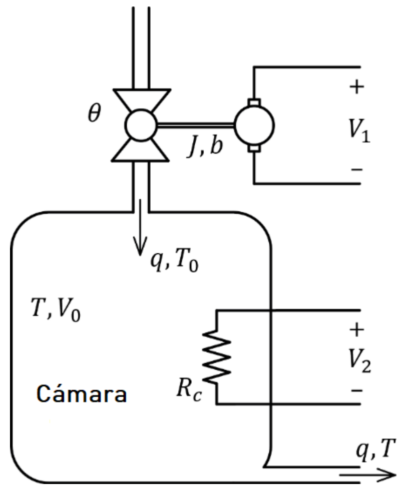
4) Suponiendo que $v(0) = 1$, $\dot{v}(0) = \frac{1}{5}$, y $u(t) = U_0$ para $t \geq 0$, utilice la linealización de la parte anterior para estimar $v\,(t)$ para $t \geq 0$. Comente acerca de la exactitud de esta estimación.

5) Si tuviera que elegir uno de los siguientes nombres para el circuito con el diodo polarizado como se determinó en 2), ¿cuál elegiría?
   - monoestable
   - biestable
   - oscilador

   Justifique su elección.

## Ejercicio 5 (21 puntos)

Un proceso industrial requiere el suministro de un fluido $F$ de calor específico $c$. Las características del proceso hacen que sea necesario controlar tanto el flujo $q$ como su temperatura de ingreso $T$, para lo que se idea el dispositivo de la figura.




En este dispositivo, el flujo de entrada es controlado a través de una válvula accionada mediante un motor de corriente continua, que a su vez es alimentado desde una fuente de voltaje $V_1$. Por otra parte, el flujo entrante pasa por una cámara de calentamiento, que eleva la temperatura hasta la temperatura $T$ a partir de una resistencia eléctrica. Se cuenta con los siguientes datos:

- El motor (que acciona la válvula), de constante $K_M$, tiene una resistencia de armadura $R_a$. El conjunto mecánico presenta un momento de inercia $J$ y un coeficiente de fricción viscosa $b$.
- La ecuación que vincula la posición del eje del motor $\theta$ con el flujo de líquido $q$ es:

$$q = K_q.sen(\theta), \text{ con } 0 \leq \theta \leq \pi.$$

- El calentador tiene una resistencia $R_C$, y la cámara no tiene pérdidas de calor a través de sus paredes.
- La cámara de calentamiento mantiene un volumen de líquido $V_0$ constante en su interior. La temperatura $T$ de salida del fluido es igual a la temperatura interna de la cámara.

**a)** Halle las ecuaciones que modelan la dinámica del sistema.

A partir de este punto, usar los siguientes valores numéricos:

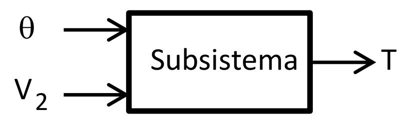
| | | **Punto de trabajo** |
|---|---|---|
| $R_A = 2\,\Omega$ | $K_M = 5\,J/A$ | $V_2^0 = 6\,V$ |
| $K_q = 2\,l/s$ | $J = 0{,}5\,Nms^2$ | $\theta^0 = 45\,°$ |
| $R_C = 5\,\Omega$ | $b = 1{,}25\,Nms$ | $T_0 = 20\,°C$ constante |
| $c = 0{,}4\,Jl^{-1}K^{-1}$ | $V_0 = 1\,l$ | |

**b)** Tomando como entrada el vector $[V_1\ V_2]'$ y como salida $[q\ T]'$, se requiere:

- Determinar completamente el punto de trabajo especificado y hallar una representación lineal en variables de estado.
- Obtener la matriz de transferencia.

**c)** Con el sistema operando en su punto de trabajo, se incrementa el valor de $V_2$ en un $10\ \%$, mientras que $V_1$ se mantiene constante. Hallar el error relativo porcentual entre el modelo lineal y el no lineal.

**d)** A partir de este momento se pierde el control sobre el voltaje $V_1$. Como consecuencia, el ángulo $\theta$ pasa a ser modelado como una perturbación externa sobre la que no se tiene dominio. Considere el subsistema de la figura, de entradas $\theta$ y $V_2$, operando en un entorno del mismo punto de trabajo considerado anteriormente.




- Halle su matriz de transferencia.
- Proponga una estrategia de realimentación entre $T$ y $V_2$ para que, al seleccionar un setpoint $T_s$, el modelo presente error nulo en $T$ para entradas de tipo escalón en $\theta$.