

**Introducción al control industrial**

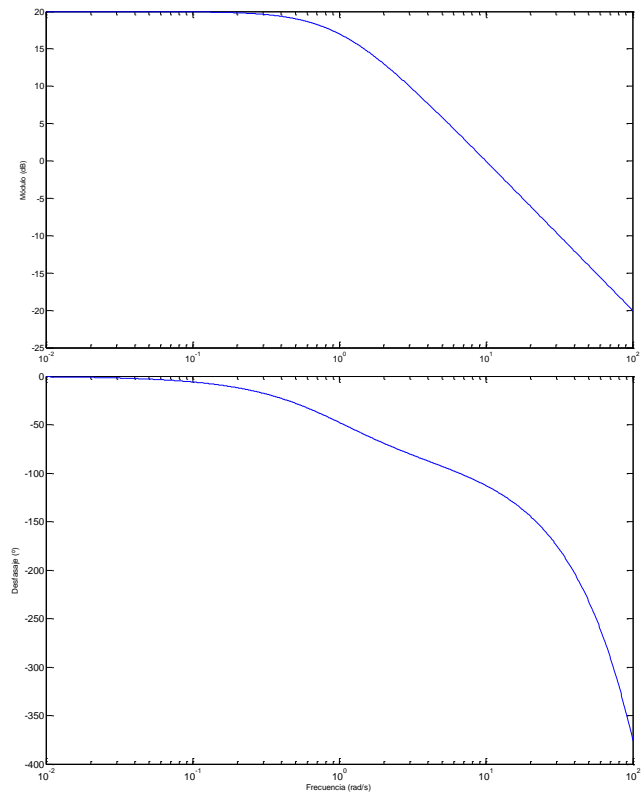
**Parcial 1 - (30 puntos) - 2013**

Nombre: ..... C.I.: .....
------------------------------

**Ejercicio 1** (correcto +2 puntos; incorrecto -0,5 punto)

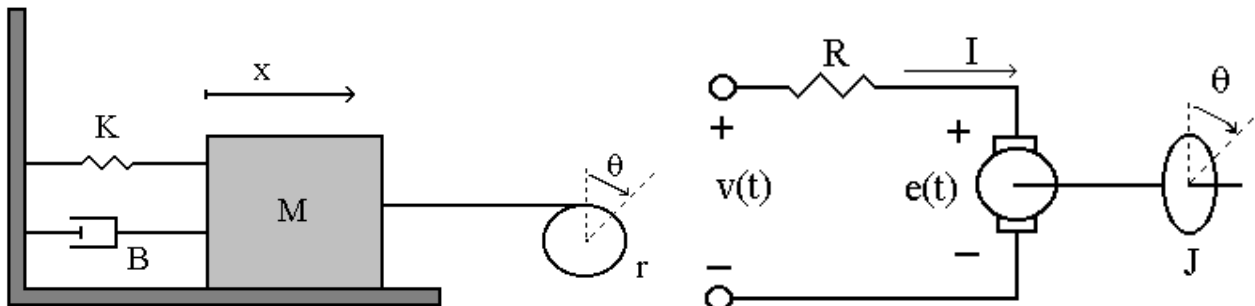
Indique cuál es la transferencia del sistema que podría tener los diagramas de Bode de módulo y fase de las figuras.

- i)  $F(s) = \frac{10.e^{-0,2.s}}{s + 1}$
- ii)  $F(s) = \frac{1}{s + 1}$
- iii)  $F(s) = \frac{100}{(s + 1)(s + 10)}$
- iv)  $F(s) = \frac{10}{s + 1}$
- v) Ninguna de las alternativas anteriores.



**Ejercicio 2** (11 puntos)

El sistema de la figura esta compuesto de una masa **M** sujeta a una pared a través de un resorte de constante elástica **K** y un amortiguador de constante **B**. La posición de la masa es controlada por un motor de continua a través de un cable (inextensible y de masa despreciable) que tiene uno de sus extremos fijado en la masa y el otro a una polea de radio **r** acoplada al eje del motor. Se supone que siempre hay tracción en el cable.



Obs:  $x(t)$  y  $\theta(t)$  son medidos a partir de las posiciones de equilibrio.  
 El motor de continua es de excitación independiente y constante.  
 La fricción en el eje del motor es despreciable.

1. Hallar un modelo en variables de estado del sistema considerando la tensión aplicada al motor  $v(t)$  como entrada y la posición de la masa  $x(t)$  como salida. Realizar un diagrama de bloques del sistema indicando las señales  $I(t)$ ,  $e(t)$ , los estados, y las fuerzas que actúan sobre la masa  $M$ .
2. Para la identificación de la planta se realiza un ensayo de respuesta en frecuencia, y se tiene que:
  - la ganancia en continua es igual a **0,05**.
  - a una frecuencia de **4,05 Hz**, la ganancia del sistema tiene una caída de **3 dB** respecto del valor de ganancia en continua.
  - a una frecuencia de **3,18 Hz**, el defasaje es de  $-90^\circ$  y la ganancia es igual a la ganancia en continua.

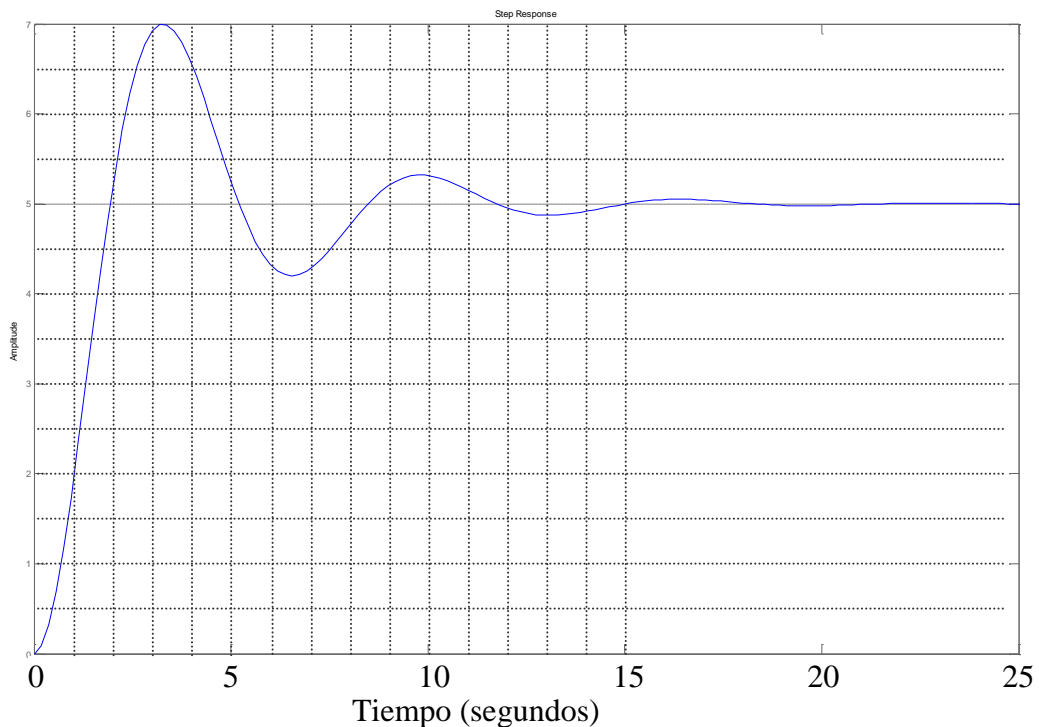
Hallar la función de transferencia del sistema. Indicar y justificar si en la respuesta en frecuencia se debería apreciar el fenómeno de resonancia.

### Ejercicio 3 (8 puntos)

Para identificar la función de transferencia de una cierta planta, se realiza el siguiente ensayo:

- A la entrada se aplica en  $t = 0$ , un escalón de amplitud 2.
- A la salida se obtiene la gráfica de la figura.

Encuentre la función transferencia más sencilla que ajusta esos datos. Justifique detalladamente su respuesta.



**Ejercicio 4 (9 puntos)**

Se considera el sistema térmico de la Figura 1. Al tanque ingresa un caudal  $q$  ( $m^3/s$ ) de un líquido a una temperatura  $T_i$ , el cual se desea calentar mediante la disipación de potencia de una resistencia  $R_p$ , saliendo posteriormente a una temperatura  $T_f$  (caudales de entrada y salida iguales). La potencia disipada por  $R_p$  es controlada mediante la tensión  $V$ . El líquido contenido en el tanque presenta una capacidad calorífica  $Cc$  y su calor específico (al volumen) es  $c$ . Se asume temperatura uniforme en el interior del tanque ( $T_f$ ).

Para el control de la tensión  $V$ , se realimenta la temperatura  $T_f$  a través del termistor,  $R_t$ , ubicado en el interior del tanque. La ecuación simplificada del termistor es la siguiente:

$$R_t = R_0(1 - \alpha T_f).$$

El circuito de acondicionamiento y generación de la tensión  $V$  obedece la ecuación diferencial:

$$\dot{V} = 0,05 V_{ref} - \frac{1}{3 + R_t}, \text{ donde } V_{ref} \text{ representa una tensión de referencia.}$$

Se pide:

1. Hallar las ecuaciones dinámicas del sistema.
2. i) Linealizar el sistema entorno del punto de equilibrio  $P_0$ :  $T_{i0} = 290 \text{ K}$   $T_{f0} = 310 \text{ K}$   
 ii) Hallar las matrices del modelo en variables de estado considerando como entradas  $V_{ref}$  y  $T_i$ , estados  $V$  y  $T_f$ , y salida  $T_f$ .

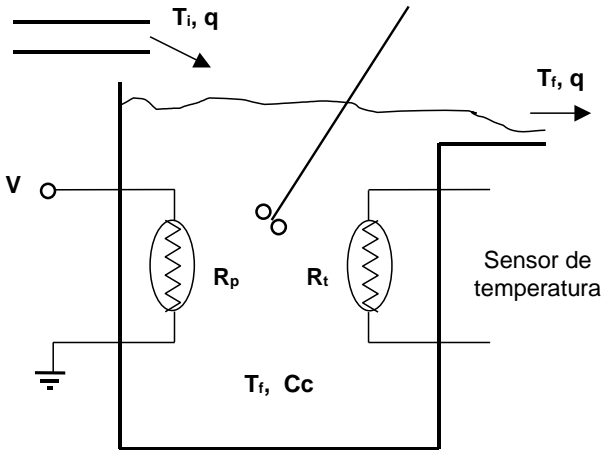
*Datos (parte 2 en adelante)*

$$q = 0,01 \text{ m}^3/s$$

$$R_p = 0,01 \Omega$$

$$c = 2000 \text{ J/m}^3\text{K}$$

$$R_0 = 100 \Omega$$



**Figura 1**