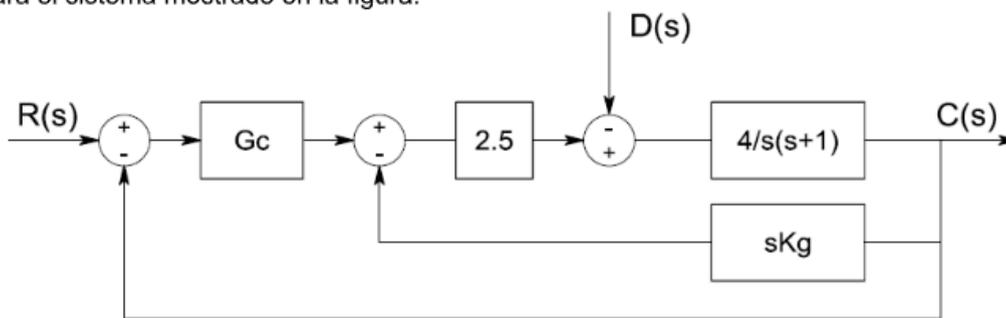


## Introducción al control industrial

### Parcial 1 - (30 puntos) – 2023

#### Ejercicio 1 (8 puntos)

Para el sistema mostrado en la figura:



- Si  $G_c = K_c$ , encuentre  $K_g$  y  $K_c$  para obtener una Relación de Amortiguación del sistema de 0.5 y un Error de Estado Estacionario del 5% para una entrada escalón unitario en  $D(s)$ .
- ¿Afecta  $K_g$  al valor del Error de Estado Estacionario?
- Si  $G_c(s) = K_c + K_i/s$ , (control PI), encuentre el Error de Estado Estacionario del sistema para una entrada escalón unitario en  $D(s)$ .
- Escriba la ecuación Característica para los valores de  $K_c$  y  $K_g$  encontrados en a) y usando el criterio de Routh-Hurwitz determine el valor límite de  $K_i$  para estabilidad.

#### Ejercicio 2 (6 puntos)

Indique cuál es la función de transferencia del sistema que tiene los diagrama de Bode de la figura que sigue:

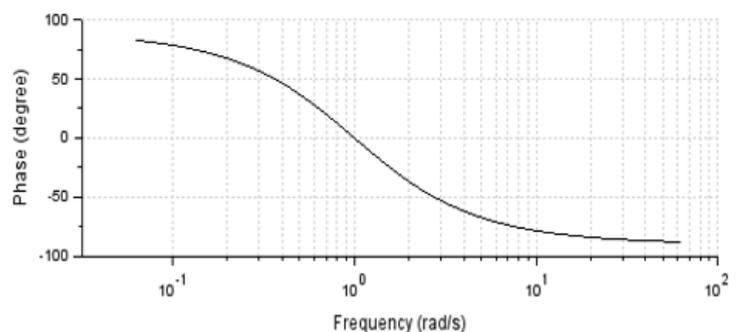
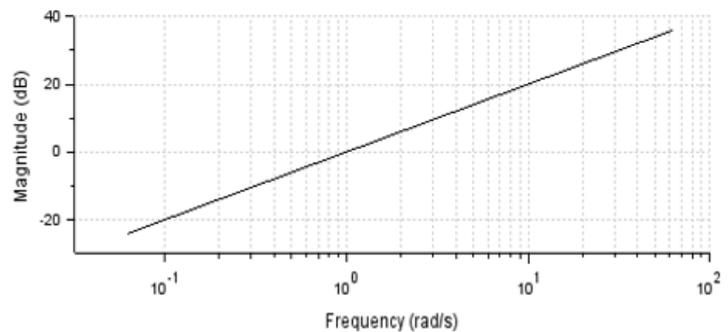
I.  $F(s) = s$

II.  $F(s) = \frac{s(1-s)}{(1+s)}$

III.  $F(s) = \frac{(s+1)s}{(1-s)}$

IV.  $F(s) = \frac{(s^2-s)}{(s+1)}$

V. Ninguna de las alternativas anteriores.



**Ejercicio 3** (8 puntos)

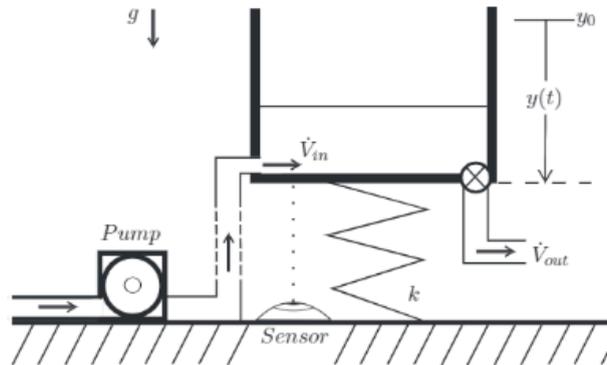
Un tanque vacío de masa  $m$  es posicionado sobre un resorte con rigidez  $k$ . El tanque es esta en equilibrio cuando  $y = y_0$  y solo se puede mover verticalmente. La fuerza del resorte es definida tal que  $F_s = k(y - y_0)$ .

La densidad del líquido bombeado al tanque es  $\rho$ , con flujo volumétrico variable:  $\dot{V}_{in}$ .

, el control electrónico de la bomba permite ajustar apropiadamente el caudal de acuerdo al valor a la posición  $y(t)$  medido por el sensor. La masa de las tuberías unidas al tanque además de la masa propia del tanque están consideradas en  $m$ .

Una válvula a la salida del tanque puede ser ajustada y es considerada como la entrada del sistema.  $\dot{V}_{out}$

Una válvula a la salida del tanque puede ser ajustada y es considerada como la entrada del sistema.



Se pide:

Calcular las ecuaciones diferenciales que describen el movimiento vertical del tanque.

Usar  $y$  y  $\dot{y}$  como estados. La entrada al sistema es  $\dot{V}_{in}$

y la salida (señal medida) es  $y$ . Escribir las ecuaciones en la forma de espacio de estado incluyendo la ecuación de salida.

- a) El tanque tiene que mantenerse en equilibrio a la distancia  $y_0$ , tal que la masa total permanezca en  $m$ . ¿Qué valor de la señal de entrada  $\dot{V}_{in}$  es requerida para este propósito?
- b) Linealizar las ecuaciones diferenciales con respecto al punto de equilibrio anterior. Representar las ecuaciones en la forma de espacio de estados standard (canónica) con matrices del sistema  $\{A, B, C, D\}$ .

**Ejercicio 4** (8 puntos)

Un satélite tiene un sistema de posicionamiento mediante propulsores que proveen torque alrededor de su eje de giro.

El momento de inercia del sistema es  $J$ .

Los propulsores se ajustan en forma continua en un sentido y en otro con un par máximo de  $T_{max}$ .

$T = u \cdot T_{max}$ ,  $u \in [-1, 1]$

El sistema mide el ángulo  $\theta$  respecto a una referencia fija.

- a) Diseñar un control proporcional, más un compensador que determine un margen de fase de  $50^\circ$  y frecuencia de corte de  $0.1$ .
- b) ¿Cuál es el error estacionario ante una entrada rampa?

