

DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

Recuperatorio Primer y Segundo Exámenes Parciales – 27 de Julio de 2020

Calificación:

Nombre y Apellido:
N° de hojas entregadas:
Correo electrónico:

Registro:

Resolver la Teoría y cada Problema en hojas separadas. Numerar y poner nombre y apellido en todas las hojas. Escanear todo el examen en un único archivo de extensión pdf y entregar en Moodle.

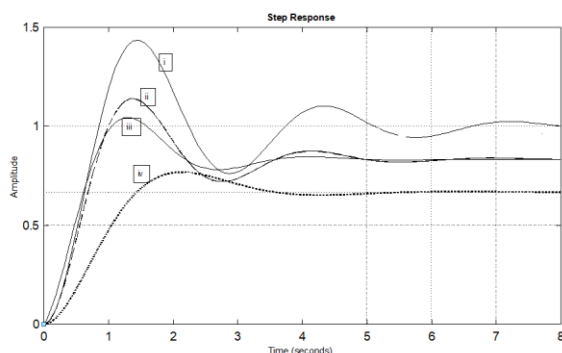
TEORÍA /30 pts.

Responder en hoja aparte.

a) Un conjunto de sistemas de primer orden en serie no interactuantes tiene la siguiente propiedad:

- i. La salida de cada sistema puede afectar a cualquier sistema.
- ii. La salida de cada sistema afecta solo a sistemas aguas abajo.
- iii. La salida de cada sistema afecta a un único sistema.
- iv. La salida de cada sistema no afecta a ningún otro sistema.

b) La figura siguiente muestra las respuestas a lazo cerrado de un sistema frente a un escalón unitario en el setpoint con cuatro controladores diferentes:

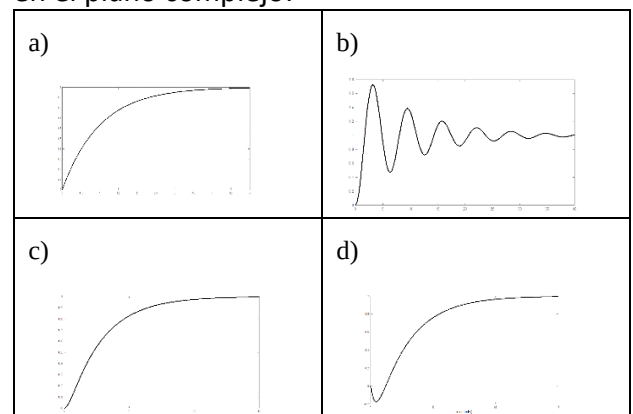


Del menú de controladores (a)-(e) seleccione el controlador que corresponde a cada curva:

- a) $G_c(s)=2$ b) $G_c(s)=5$ c) $G_c(s)=5(1+0.1s)$
 d) $G_c(s)=5(1+1/s)$ e) ninguno de los anteriores

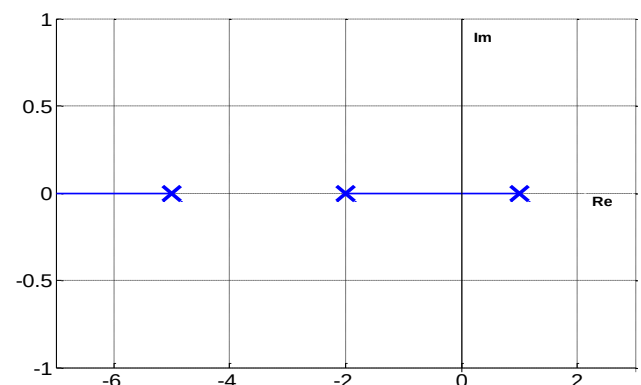
Curva i: ____ Curva ii: ____ Curva iii: ____ Curva iv: ____

c) Las siguientes figuras muestran las respuestas de sendos sistemas a un escalón unitario. Para cada uno esquematice una posible ubicación de los polos y/o ceros de la FT en el plano complejo:

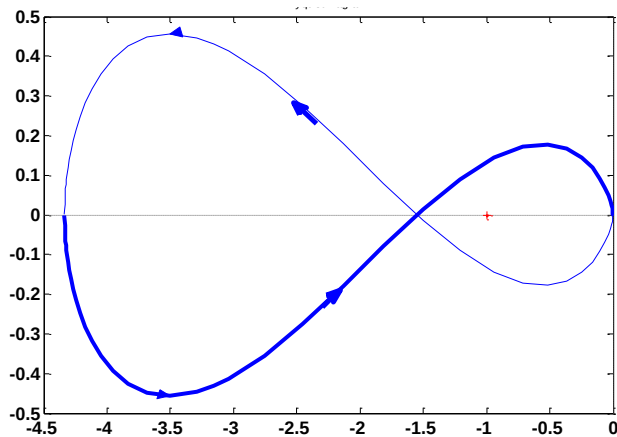


d) Una función $f(t)$ tiene transformada $F(s) = 1/(s^2(s+1))$. Sin antitransformar, indique el valor de $f(0)$.

e) Un sistema $G = G_v * G_p * G_m$ presenta, sobre el eje real, el siguiente LR:



y su D. de Nyquist es:



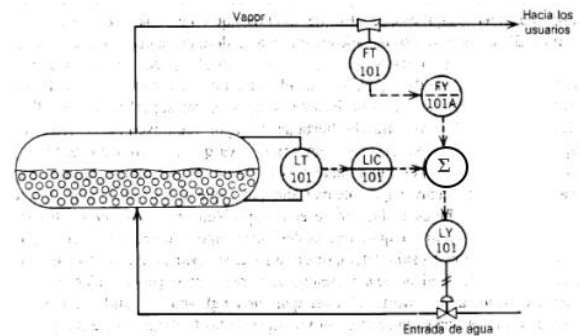
Seleccione la opción correcta:

- i. El sistema es inestable porque $\Phi = -180^\circ$ para $\omega = 0$. No existe ningún valor de K que haga al sistema estable a LC.
- ii. El sistema es inestable a LC con un polo inestable ($Z=1$). Tiene un $MG=0.66$, un $MF=-7.77^\circ$ y se torna estable para $K < +0.56$
- iii. El sistema es estable a LC ($Z=0$). Tiene un $MG=0.66$, un $MF=-7.77^\circ$ y se torna inestable para $K > +1.79$
- iv. El sistema es inestable a LC con dos polos inestables ($Z=2$). Tiene un $MG=0.66$, un $MF=-7.77^\circ$ y se torna estable para $K < +0.56$.

Apellido y Nombre:

f) La estructura de control implementada en el proceso de la figura consiste en

(Indicar todas las estrategias de control presentes).



PROBLEMA 1 /24 pts.

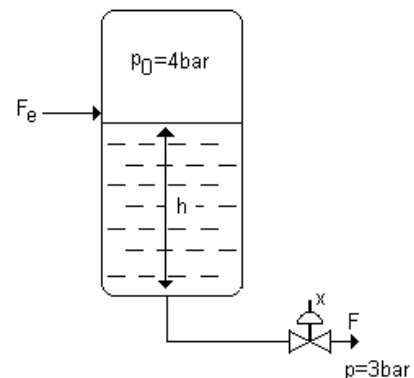
La Figura muestra un tanque presurizado con un gas inerte que descarga a través de una válvula de comportamiento lineal. El caudal a través de una válvula de este tipo se puede expresar mediante la ecuación:

$$F = K_{vs} x \sqrt{\Delta p_v}$$

donde x representa la fracción de abertura de la válvula (0-1), K_{vs} el coeficiente de caudal expresado en $[m^3 / (h \text{ bar}^{1/2})]$ y Δp_v la diferencia de presión a través de la válvula (bar).

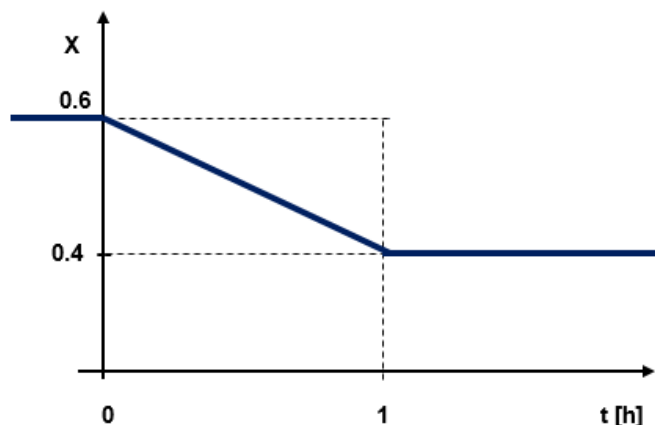
Datos

- Caudal a través del tanque en el EE inicial: $F = 15 m^3/h$
- Coeficiente de la válvula: $K_{vs} = 20.48 m^3/(h \text{ bar}^{1/2})$
- Área de la sección transversal del tanque: $A = 1 m^2$
- Densidad del líquido: $\rho = 1000 kg/m^3$
- Presión en el tanque (constante): $p_0 = 4 \text{ bar}$
- Presión (constante) aguas abajo de la válvula: $p = 3 \text{ bar}$
- $1 Pa = 1 kg/(m \cdot s^2) = 10^{-5} \text{ bar}$; $g = 9.8 m/s^2$



Se pide:

- Plantear el modelo matemático del proceso que tiene como variable de salida el nivel h y como variables de entrada el caudal de entrada F_e y la abertura de la válvula x .
- Sabiendo que el valor de EE inicial de x es 0.6, calcular el valor de EE inicial del nivel h .
- Linealizar el modelo en torno al punto de operación de EE inicial y escribirlo en términos de variables desviación.
- Hallar las funciones de transferencia que relacionan el nivel con cada una de las entradas. Escribir los valores de las ganancias de estado estacionario K_{h,F_e} y $K_{h,x}$.
- Encuentre la expresión temporal de la respuesta $\bar{h}(t)$ si es perturbado por el cambio en la apertura x de la válvula indicado en la Figura. Determine el nuevo valor del nivel h en estado estacionario.



PROBLEMA 2 /22 pts.

En la Figura 1 se presenta un sistema con lazo de control realimentado simple:

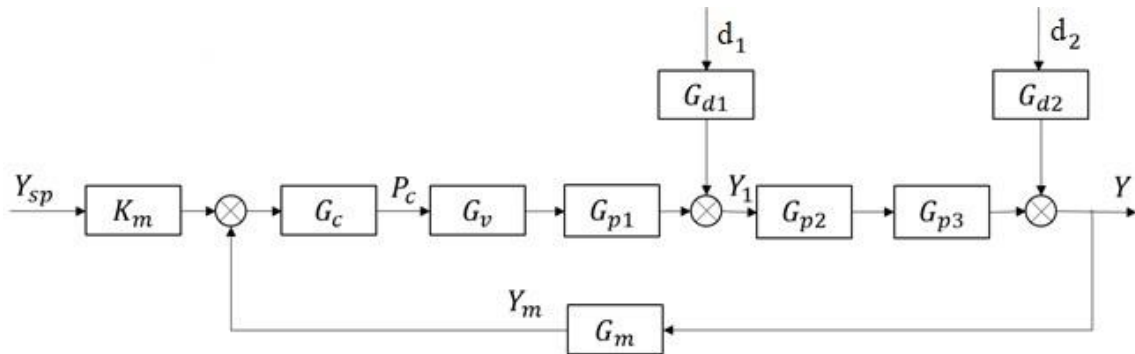


Figura 1. Diagrama de bloques

Las funciones de transferencia conocidas son:

$$G_{d1} = \frac{2}{2s + 1} \quad G_{d2} = 0.4 \quad G_m = 0.5 \quad G_v = 4$$

La función de transferencia a lazo abierto del sistema con controlador proporcional está caracterizada por el diagrama de Bode exhibido en la Figura 2:

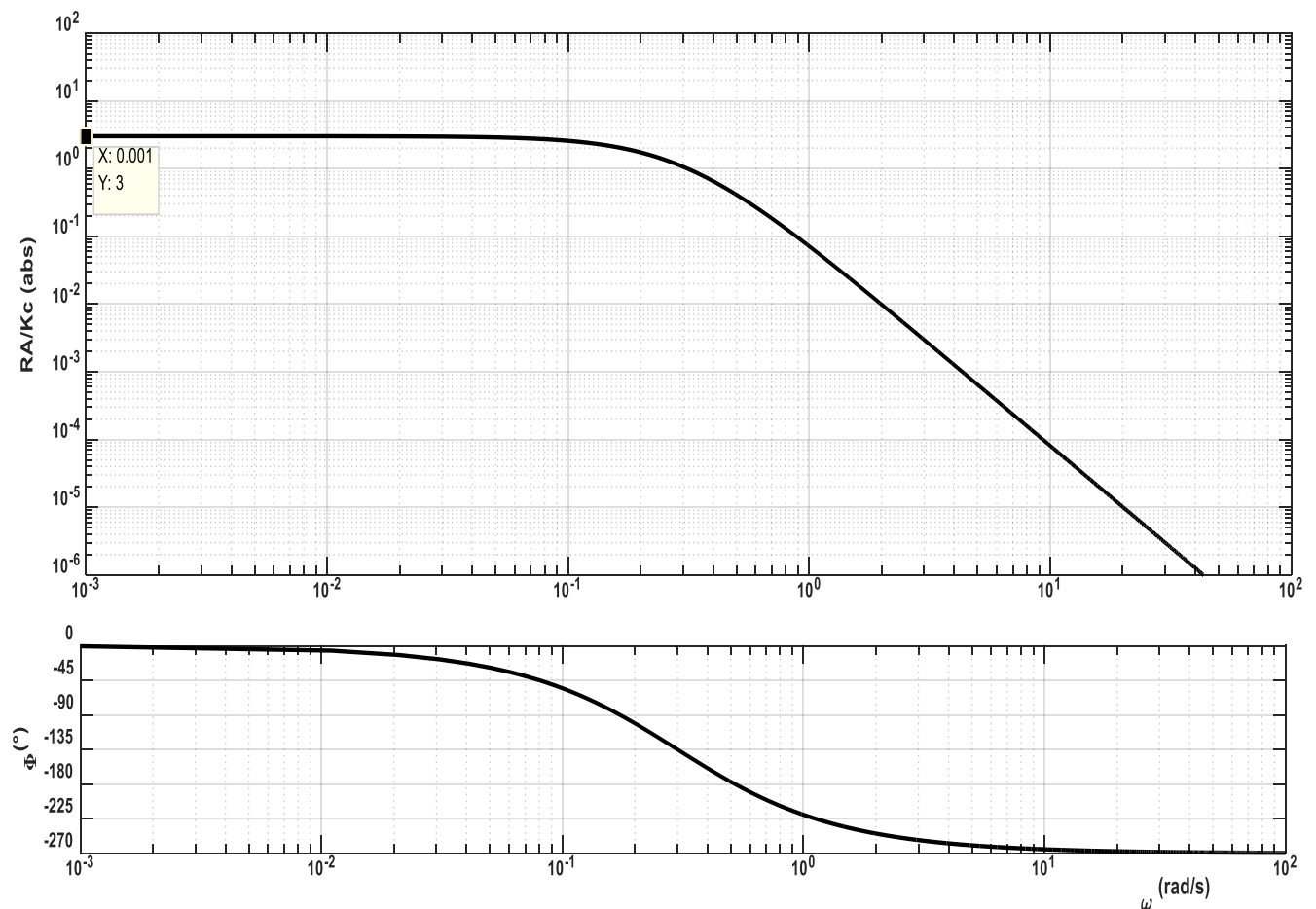


Figura 2

Por otra parte, se ensayó el sistema a lazo abierto introduciendo una perturbación escalón de magnitud 2 en la cabeza de la válvula. La respuesta de la variable de proceso medida (Y_m) se muestra en la Figura 3:

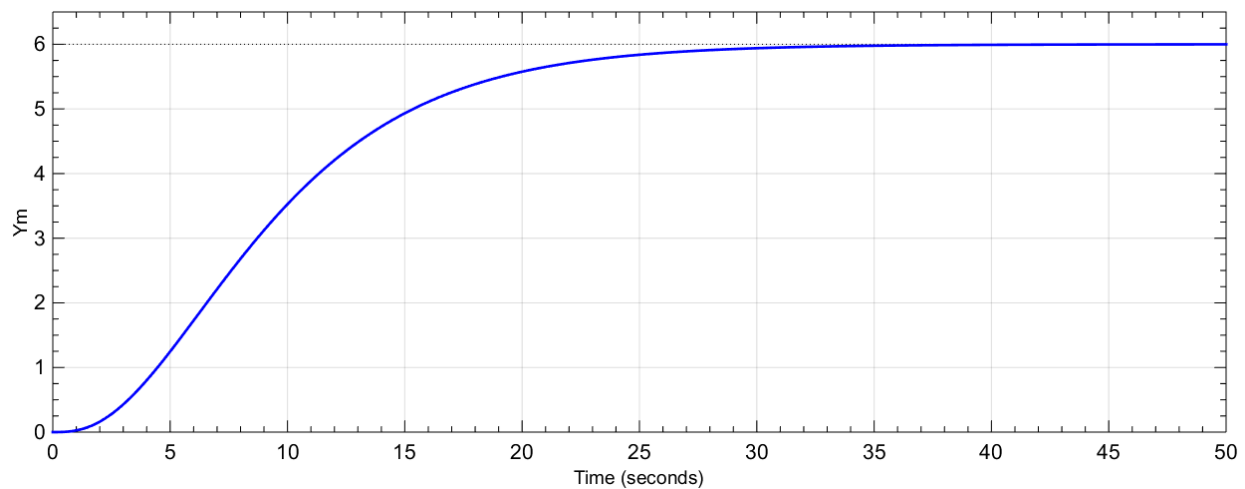


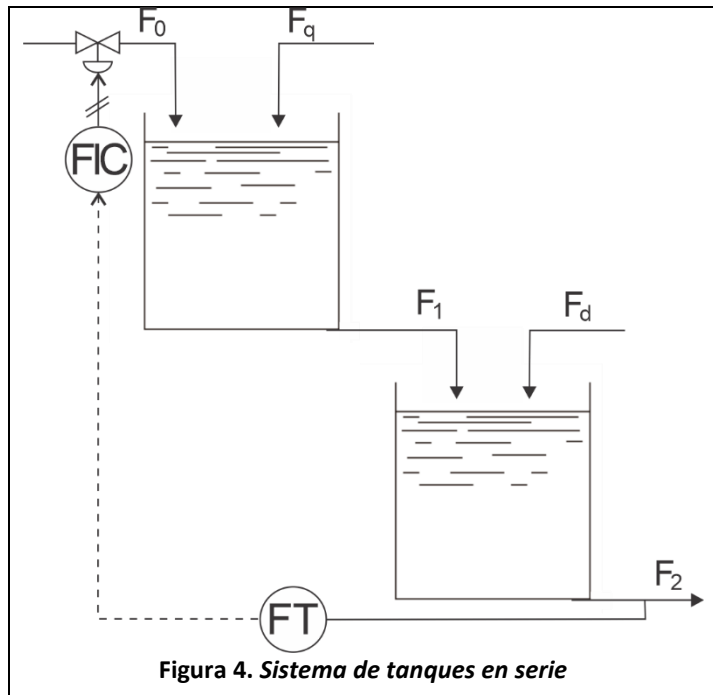
Figura 3

- a) Identifique la dinámica del proceso ($G_{p1} \cdot G_{p2} \cdot G_{p3}$).
- b) Encuentre el valor de k_{cu} (puede utilizar el diagrama de Bode de la Figura 3).
- c) Ajuste el controlador Proporcional mediante el método de Cohen-Coon.
- d) Determine el MG del ajuste del inciso anterior.

PROBLEMA 3 /24 pts.

Se desea controlar el caudal de salida del segundo tanque (F_2) del sistema de tanques en serie presentado en la Figura 4. Para ello se estableció un sistema de control realimentado simple en el cual se manipula el caudal de entrada al primer tanque (F_0). Sin embargo, este control no resulta efectivo debido a una elevada influencia de la segunda entrada al primer tanque (F_q).

Tabla 1

 Figura 4. Sistema de tanques en serie	$G_{TK1} = \frac{F_1}{F_0} = \frac{3}{5s + 1}$ $G_{TK2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{5.5}{15s + 1}$ $G_3 = \frac{F_1}{F_q} = \frac{5}{3s + 1}$ $G_4 = \frac{F_2}{F_d} = \frac{7}{(1.3s + 1)^2}$ $G_v = \frac{0.5}{2s + 1}$ $G_{FT} = 0.82e^{-0.05s}$
---	---

- Implemente un sistema de control en cascada que permita rechazar perturbaciones en F_q . Para esto, seleccione adecuadamente la variable intermedia. Realice el diagrama de bloques correspondiente al sistema resultante.
- Ajuste un controlador proporcional para el lazo secundario para que presente un factor de amortiguamiento de 0.5. Considere que el elemento de medida de dicho lazo es de orden cero con ganancia 0.2.
- Ajuste un controlador proporcional-integral para el lazo externo mediante el método de Ziegler-Nichols. (Si no pudo resolver el inciso anterior, continúe fijando $k_{c2} = 13$).
- Calcule el offset cuando ingresa una perturbación escalón de magnitud 3 en la variable F_q .