



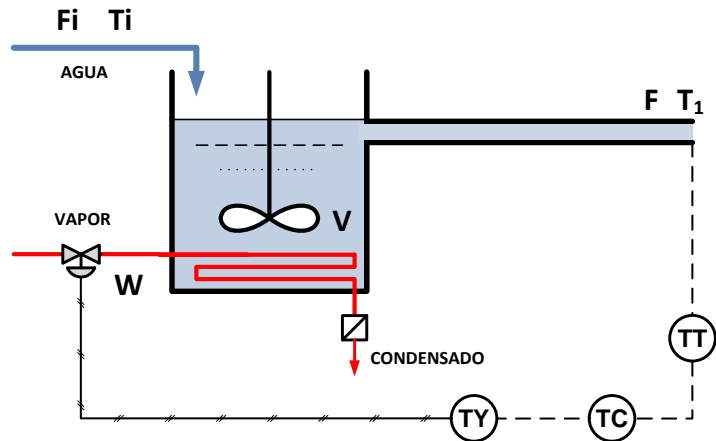
TRABAJO PRÁCTICO Nº 4 Características de los Sistemas Realimentados

PROBLEMA 4.1

Se desea controlar la temperatura de salida de un tanque agitado continuo según el esquema de control de la figura. La principal perturbación es T_i .

Las funciones de transferencia del proceso y perturbación son:

$$\frac{\Delta T_1(s)}{\Delta W(s)} = \frac{2 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{kg/h}}}{5s + 1} e^{-2s}$$
$$\frac{\Delta T_1(s)}{\Delta T_i(s)} = \frac{1 \frac{^{\circ}\text{C}}{^{\circ}\text{C}}}{5s + 1} e^{-2s}$$

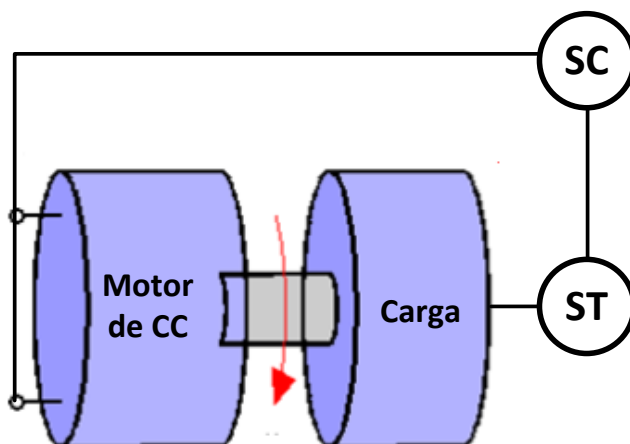


La dimensión de s es $[\text{min}^{-1}]$. La válvula de control en la línea de alimentación de vapor es lineal capacidad de 8000 kg/h con actuador electro-neumático y dinámica es despreciable. El elemento de medición y transmisión de temperatura en la corriente de salida de líquido es una termocupla ($\pm 0.1\%$ Span de linealidad) y con una constante de tiempo de 10 segundos. El alcance del transmisor de temperatura es de 0 a 200 $^{\circ}\text{C}$. El controlador es PI con ganancia 2.8 y tiempo integral 3 minutos.

- Realizar el diagrama en bloques del sistema de control. Coloque en cada bloque la función de transferencia y el tipo de señales que corresponde
- Indique variables de entrada y salida del sistema de control.

PROBLEMA 4.2

Considere el lazo de control de una máquina herramienta representado esquemáticamente en la figura que tiene las siguientes características:



MÁQUINA HERRAMIENTA: sistema con un momento de inercia I y con un coeficiente de rozamiento dinámico η .

ELEMENTO FINAL DE CONTROL: motor eléctrico que proporciona una cupla proporcional a la señal de entrada con un retardo despreciable.

MEDIDOR: tacómetro lineal con dinámica despreciable

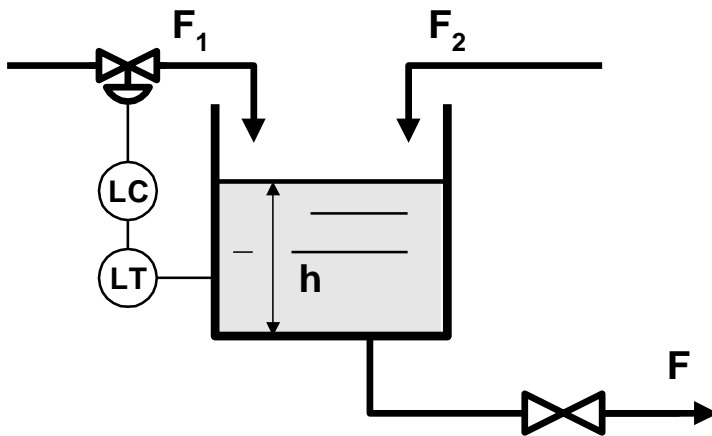
CONTROLADOR: considere la función de transferencia como una ganancia.



- Confeccione un diagrama en bloques de la estrategia de control indicando las distintas funciones de transferencia.
- Encuentre la función temporal que representa la respuesta de la velocidad (señal transmitida generada por el tacómetro) a un cambio escalón de magnitud B en el set point (valor deseado o referencia).
- ¿Cuánto vale el error de estado estacionario?

PROBLEMA 4.3

Un lazo de nivel de un tanque en donde se mezclan dos corrientes de agua trabaja como regulador y tiene las siguientes características:



PROCESO: tanque de sección circular A y que descarga a través de una válvula con un régimen turbulento.

ELEMENTO FINAL DE CONTROL: válvula con cabezal neumático lineal con un retardo de primer orden (constante de tiempo τ_V).

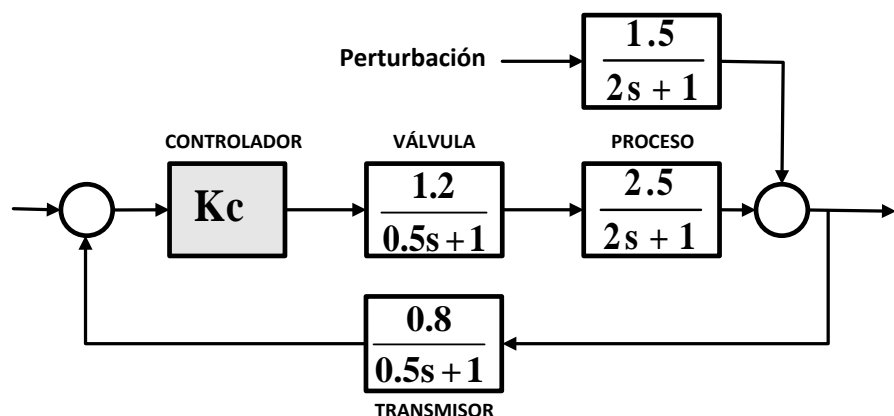
TRANSMISOR: elemento de presión diferencial. Retardos despreciables.

CONTROLADOR: con acción proporcional exclusivamente (Ganancia).

- Confeccione un diagrama en bloques de la estrategia de control indicando las distintas funciones de transferencia. Ponga en evidencia el efecto de las perturbaciones.
- Encuentre la función temporal, asumiendo patrón de segundo orden subamortiguado, que representa la respuesta del nivel a un cambio escalón de magnitud C en el caudal de ingreso F_2 . Bosqueje la respuesta.
- ¿Cuánto deberá valer la ganancia del controlador para lograr una respuesta con una relación de atenuación de 1:4? Evalúe en ese caso el período de oscilación.
- ¿Cuánto vale el off set ante un cambio escalón de magnitud C en el caudal de ingreso F_2 ?

PROBLEMA 4.4

Un sistema de control en lazo cerrado descrito por el diagrama en bloques de la figura siguiente donde las constantes de tiempo están expresadas en minutos y las ganancias en unidades consistentes.





Con la ayuda de Simulink encuentre la respuesta de la variable medida a un escalón unitario de la perturbación en los siguientes casos:

$$K_c = 0.00$$

$$K_c = 1.40$$

$$K_c = 2.71$$

$$K_c = 3.50$$

Complete la tabla siguiente:

K_c	τ_p	ω_n	ξ		ee
0.00					
1.40					
2.71					
3.50					

Compare los transitorios. Indique que respuestas considera inadecuadas para el sistema de control. ¿Puede explicar el comportamiento que observa?

PROBLEMA 4.5

Considere cuatro sistemas de control en lazo cerrado que poseen las siguientes funciones de transferencia entre perturbación y variable controlada:

$$\begin{aligned} \text{Sistema I} \quad \frac{G_d(s)}{1 + G_c(s)G(s)} &= \frac{2.34}{4.5s^3 + 5s + 1} \\ \text{Sistema II} \quad \frac{G_d(s)}{1 + G_c(s)G(s)} &= \frac{2.28(2s + 1)}{4.5s^3 - 1.5s^2 + 2.5s + 1} \\ \text{Sistema III} \quad \frac{G_d(s)}{1 + G_c(s)G(s)} &= \frac{3.4}{1.5s^3 + 0.5s^2 + 0.85s + 1} \\ \text{Sistema IV} \quad \frac{G_d(s)}{1 + G_c(s)G(s)} &= \frac{1.32}{4.5s^3 + 7.5s^2 + 3.5s + 1} \end{aligned}$$

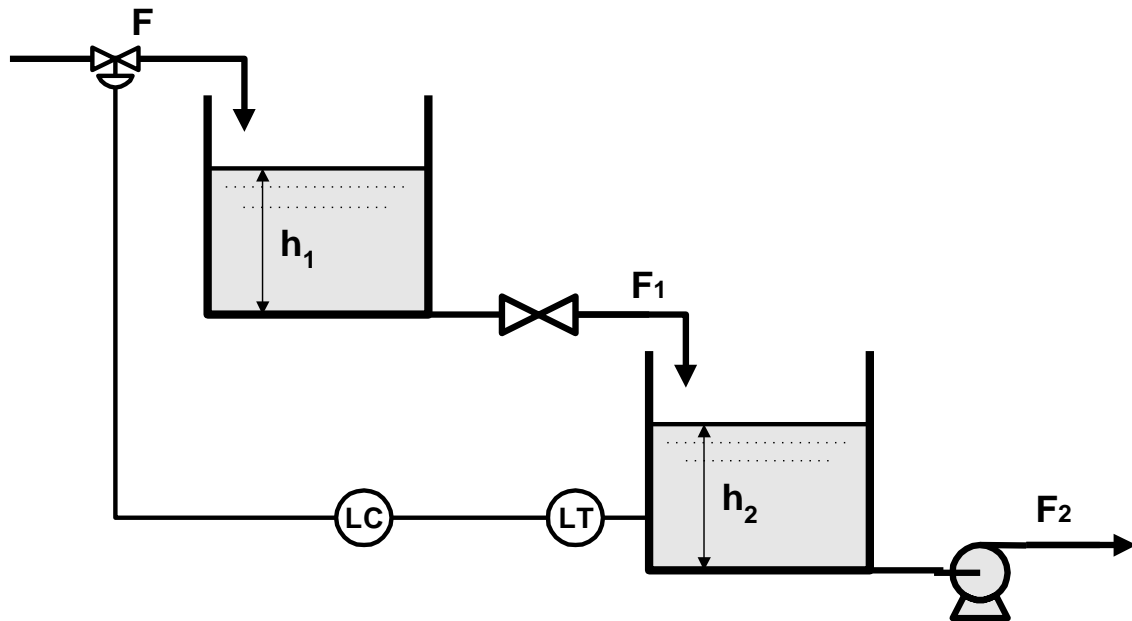
Precise cuáles de estos sistemas presentarán un comportamiento estable y explique la razón.

PROBLEMA 4.6

Considere el sistema de control de nivel dos tanques en serie tal como se muestra en la figura. El primer tanque es alimentado con 30 m³/h (agua a 20 °C) y su descarga se establece con régimen turbulento. El nivel del primer tanque, en las condiciones de estado estacionario, es de 1 m.

El agua abandona el segundo tanque impulsado por una bomba centrífuga. Ambos recipientes son cilíndricos con sección transversal de 2 m².

El sensor de nivel es ultrasónico, lineal y de reacción instantánea. El elemento final de control es una válvula globo lineal con actuador neumático cuya constante de tiempo τ_v vale 0.5 minutos.



- (a) Si el controlador tiene una función de transferencia $G_c(s) = K_c$, ¿cuál será la máxima ganancia K_c que se podrá colocar para lograr un comportamiento estable?
- (b) Suponga que el controlador tiene una función de transferencia de la forma:

$$G_c(s) = \frac{1}{T_I s} \quad \text{con } T_I \text{ un parámetro ajustable entre } 0.001 \text{ y } 100.$$

¿Para qué valores de T_I el sistema tendrá un comportamiento estable?

Al finalizar este tema el alumno deberá:



- Identificar variables de entrada salida del lazo de control.
- Comprender la forma en la que actúan los lazos de control por realimentación para seguir referencias ó para rechazar perturbaciones.
- Entender las limitaciones que impone la estabilidad para el comportamiento normal del lazo
- Modelar lazos de control para calcular la respuesta transitoria y desarrollarlos en Simulink para simularlos digitalmente.
- Usar el criterio de estabilidad de Routh para establecer valores de parámetros de los componentes del lazo que aseguren respuesta estable.