Pontificia Universidad Católica de Chile
Departamento de Ingeniería Eléctrica
IEE2613 - Control Automático

Ayudantía 10

Arquitecturas de control

15 de Noviembre 2024

Francico Aguilera - francisco.aguilera@uc.cl

Problema 1

Se desea diseñar un sistema de control para una planta $G_0(s) = \frac{1}{s+1}$ considerando que:

1. La referencia a seguir es de tipo escalón.
2. La salida de la planta se mide con ruido significativo para $\omega > 3$ rad/s.
3. Existe una perturbación de entrada **medible** con energía en torno a 5 rad/s.
4. La medición de la perturbación de entrada tiene ruido, el cual es significativo sólo para $\omega > 10$ rad/s.

Determine un controlador $C(s)$ y un bloque de prealimentación de la perturbación $G_{ff}(s)$ que permita satisfacer los requisitos de diseño, indicando claramente los compromisos involucrados.

El esquema de control con realimentación de la perturbación se muestra en la figura:

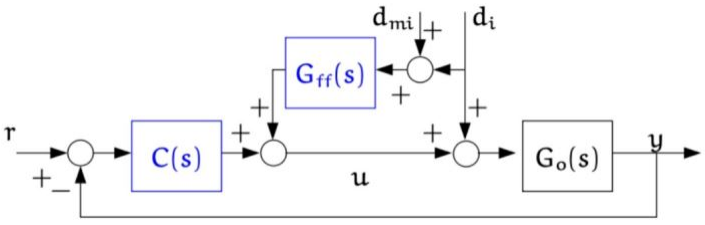


Figura 1: Esquema a estudiar

Solución:

- El controlador necesita integración para referencia constante:

$$C(s) = \frac{P(s)}{s\bar{L}(s)}, \quad \text{orden de } P(s) = \text{orden de } L(s) = n - 1 + r$$

donde $n = 1$ y $r = 1$ $n - 1 + r = 1 - 1 + 1 = 1$.

Entonces:

$$C(s) = \frac{p_1 s + p_0}{s}$$

y

$$A_{cl}(s) = s(s+1) + p_1 s + p_0 = s^2 + (1 + p_1)s + p_0$$

- Ruido de medición $\omega > 3$ rad/s. Esto limita el ancho de banda del lazo cerrado ya que:

$$\frac{Y(s)}{D_m(s)} = -T_0(s)$$

debe ser cero en $\omega > 3$ rad/s.

Por lo tanto el ancho de banda del lazo cerrado (o $T_o(s)$) debe ser menor a 3 rad/s, entonces:

$$A_{cl}(s) = s^2 + 3s + 4$$

Resolviendo:

$$1 + p_1 = 3$$

$$p_0 = 4$$

entonces,

$$p_1 = 2, \quad p_0 = 4$$

- La relación entre D_i y D_{mi} con la salida Y está dada por:

$$Y(s) = S_{io}(s)D_i(s) + G_{ff}(s)\big(D_i + D_{mi}(s)\big)S_{io}(s)$$

$$= \left(1 + G_{ff}(s)\right) S_{io}(s)D_i(s) + G_{ff}(s)S_{io}(s)D_{mi}(s)$$

donde

$$S_{io}(s) = \frac{G_0(s)}{1 + G_0(s)C(s)}$$

Debemos diseñar $G_{ff}(s)$ tal que:

1. $G_{ff}(s) \approx -1$ para frecuencias cercanas a 5 rad/s
2. $G_{ff}(s) \approx 0$ para frecuencias mayores a 10 rad/s

Una opción es:

$$G_{ff}(s) = \frac{-(s+80)}{10(s+8)}$$

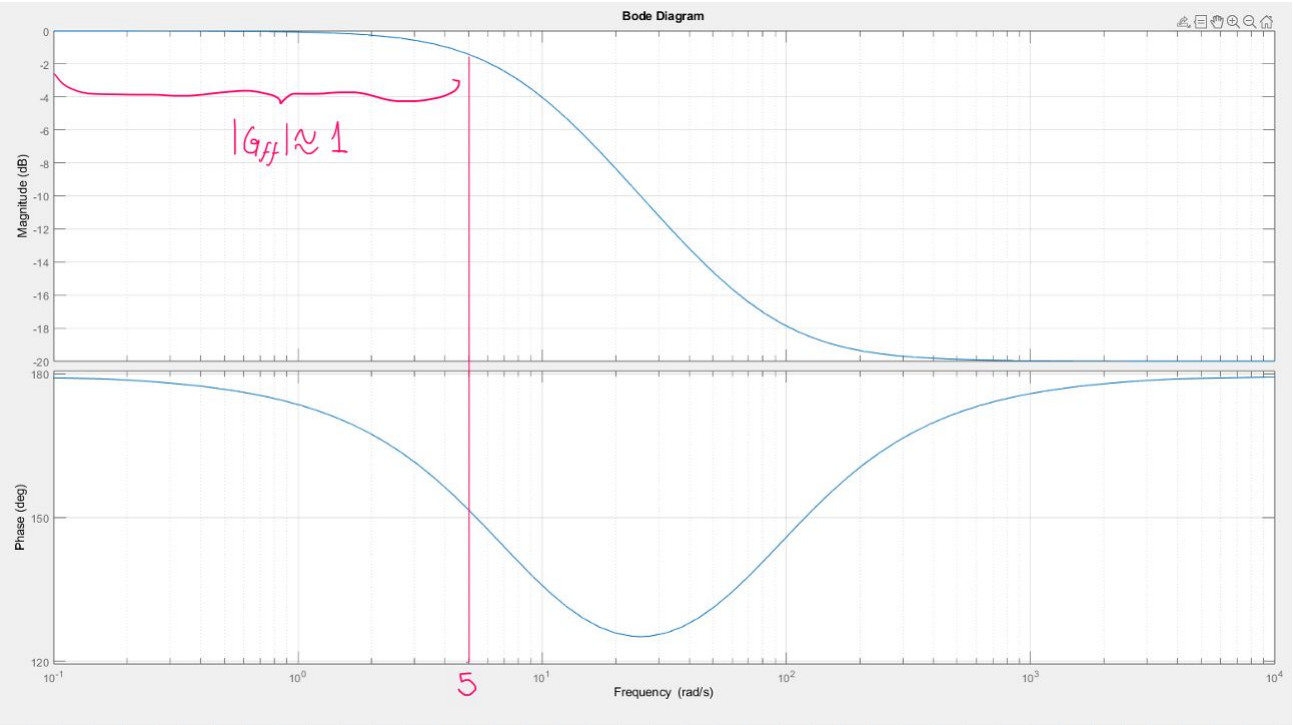


Figura 2: Bode de G_{ff}

Problema 2

En la figurase ilustra un tanque que posee un sistema de refrigeración y un agitador. Dicho agitador hace reaccionar A para obtener B. Esta reacción genera calor, por lo cual interesa mantener su temperatura $T(t)$ controlada, manipulando la apertura de la válvula $A(t)$. Esta válvula determina el flujo de refrigerante que pasa por las paredes del tanque. $T_s(t)$ es la temperatura de la solución que ingresa al tanque. $T_r(t)$ es la temperatura del refrigerante que fluye por las paredes del tanque.

1. Haga un esquema del lazo de control asociado al sistema, si se mide solamente la temperatura $T(t)$, indicando claramente el rol de $T_s(t)$ y $T_r(t)$.
2. Si, además de $T(t)$, se mide $T_r(t)$ pero no $T_s(t)$, indique qué arquitectura de control se podría implementar. Comente porqué usaría aquella y cuáles son sus ventajas con respecto al esquema básico.
3. Si, además de $T(t)$, se mide $T_s(t)$ pero no $T_r(t)$, indique qué arquitectura de control se podría implementar. Comente porqué usaría aquella y cuáles son sus ventajas con respecto al esquema básico.

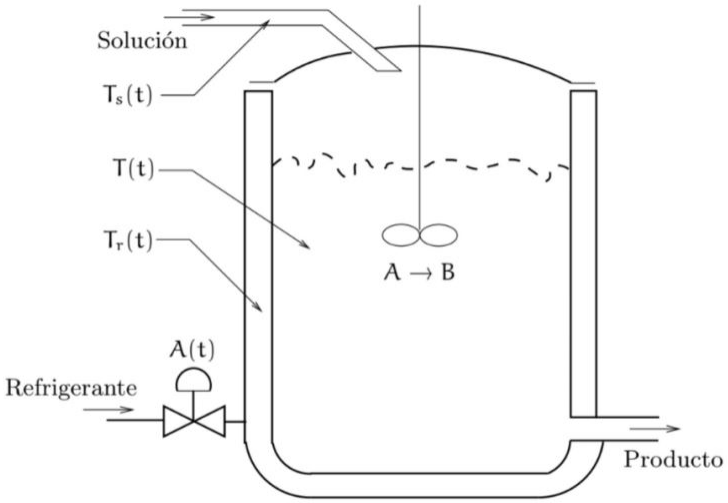
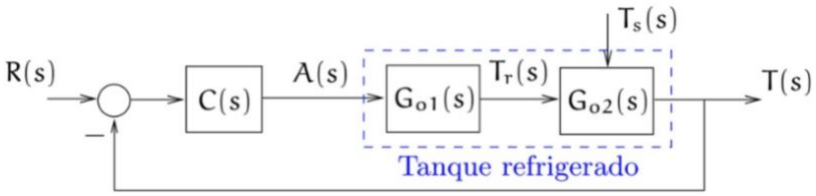


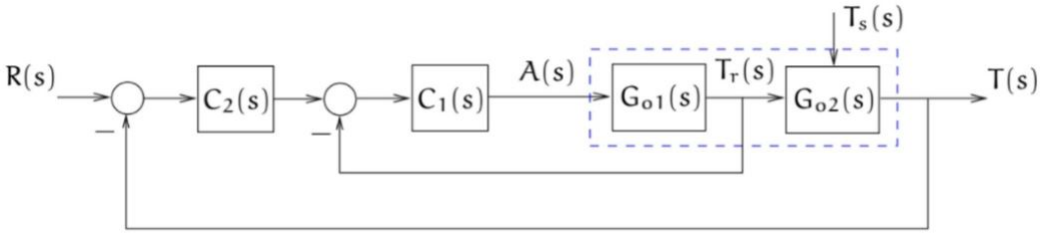
Figura 3: Tanque de reacción

Solución:

1. La entrada al proceso a controlar es $u(t) = A(t)$ (apertura de la válvula) y ésta tiene un efecto sobre la variable intermedia $T_r(t)$ que, a su vez, afecta la variable que interesa controlar $y(t) = T(t)$ a través de la refrigeración. Note que $T_s(t)$ también afecta a $T(t)$ pero dicha variable no es manipulable y por lo tanto se considera como una perturbación. El esquema de control que representa esta situación es:



2. Si tenemos acceso a la medición de la variable intermedia $T_r(t)$, se puede hacer un control en cascada, esquema que permite mejorar la dinámica del lazo interno:



3. Ahora si medimos la perturbación $T_s(t)$ podemos implementar un esquema con prealimentación de la perturbación, el cual permite mejorar la compensación de perturbaciones del sistema de control si elegimos $H_f(s)$ apropiadamente:

