
Guía de ejercicios N°3 (ELO-270)

12 de diciembre de 2011

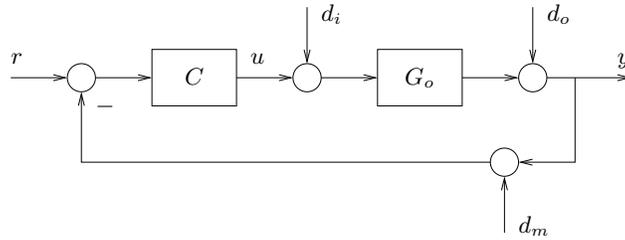


Figura 1: Lazo de control estándar.

Problema 1 Considere que la planta

$$G_o(s) = \frac{1}{(s-1)(s+2)}$$

debe controlarse usando la arquitectura de control de la Figura 1. Establezca todas las condiciones que debe satisfacer la función de sensibilidad S_o para que, en estado estacionario, $y = r$ cuando la referencia es $r(t) = K_1 + K_2(2t + K_3)$, y las perturbaciones de entrada y salida son $d_i(t) = K_4$ y $d_o(t) = K_5 \sin(t)$, respectivamente.¹

Problema 2 Considere un lazo cerrado estándar como el de la Figura 1. Suponga que la planta y el controlador están dados por las funciones de transferencia siguientes:

$$G_o(s) = \frac{1}{s+2}, \quad C(s) = \frac{K(s+\alpha)}{s}$$

1. Determine todos los valores del par (α, K) que definen un lazo estable y bien definido.
 2. Elija K y α de modo de seguir, aproximadamente, una referencia de frecuencia $\omega = 1$ [rad/seg] en presencia de ruido de medición significativo para frecuencias superiores a 8 [rad/s].
 3. Suponga que se han elegido valores para K y α de modo tal que el lazo resultante es estable y está bien definido. Calcule exactamente $y_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$ si $r(t) = 5$ y $d_i(t) = 3 + 10e^{-0.1t}$. (Note que la respuesta a esta pregunta no depende de los valores numéricos de (α, K) . ¿Por qué?)
 4. Verifique sus respuestas usando Matlab.
-

Problema 3 Considere la planta

$$G_o(s) = \frac{-s+1}{(s+1)(s+4)}$$

$G_o(s)$ debe controlarse por medio de un lazo realimentado estándar. Se sabe que la referencia es $r(t) = 2 + \sin(3t + \pi/15)$, la perturbación de salida es constante y la perturbación de entrada es del tipo $d_i(t) = K_1 \sin(4t + K_2)$. Se sabe, además, que el ruido de medición puede modelarse razonablemente bien por medio de la expresión $d_m(t) = 0.2 \sin(15t)$.

¹En este y otros problemas, si no se hace ninguna afirmación acerca de alguna(s) señal(es) de entrada, se supone(n) ésta(s) cero.

1. Proponga una función de sensibilidad complementaria apropiada.
2. Suponga que se elige

$$S_{uo}(s) = \frac{s + 5}{(s + 3)(s + 6)}.$$

¿Es ésta una elección razonable? Justifique.

3. Ilustre y verifique sus respuestas usando Matlab.
-

Problema 4 Suponga que la planta $G_o(s) = \frac{2}{s+3}$ debe controlarse usando un lazo estándar.

1. Especifique las condiciones que debe cumplir un controlador que permita seguir perfectamente referencias constantes y compensar perturbaciones de frecuencia $\omega = 2$. ¿Depende realmente su respuesta del tipo de planta? Relaciones esto con los errores de modelado que estén implícitos en G_o . (Compare con la Parte 3 del Problema 2.)
 2. Si se desea implementar un lazo en base a un controlador que satisfaga lo anterior, ¿qué consideraciones adicionales habría que hacer?
-

Problema 5 Suponga que se desea controlar por medio de un lazo estándar a la planta

$$G_o(s) = \frac{s + 2}{s^2 + s + 1}.$$

Las referencias son del tipo $r(t) = A + B\text{sen}(t)$ y existen perturbaciones de salida constantes. El ruido de medición y las perturbaciones de entrada son despreciables. Se propone la función de sensibilidad complementaria

$$T_o(s) = \frac{3}{s + 3}$$

1. Determine, sin calcular el controlador, si es posible que hallan cancelaciones inestables entre éste y la planta.
2. Determine si el lazo resultante es estable o no, y si está bien definido o no.
3. Determine si el lazo resultante es capaz de seguir la referencia y compensar las perturbaciones mencionadas.
4. Determine todas las funciones de sensibilidad asociadas al lazo y verifique que tienen polos comunes. ¿Existen diferencias entre los polos de ellas?, ¿a qué se deben éstas diferencias?, ¿cuáles son los polos del lazo?
5. Suponga que se decide modificar el diseño y se propone la función de sensibilidad complementaria siguiente:

$$T_o(s) = \frac{K}{(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$$

Proponga valores adecuados para K , ξ y ω_n . Discuta su propuesta apoyándose en simulaciones en Matlab.

Problema 6 Considere la planta de tercer orden siguiente:

$$G_o(s) = \frac{(s - 3)(s + 2)}{(s + 1)(s - 4)(s + 5)}$$

Determine todas las condiciones que debe satisfacer $T_o(s)$ para que el lazo resultante sea estable y esté bien definido.

Problema 7 Suponga que se diseña un lazo estable y bien definido, en que la función de sensibilidad complementaria posee la respuesta en frecuencia indicada en la Figura 2. Determine, en forma aproximada y si fuese posible, la respuesta estacionaria del lazo (i.e., la salida y en estado estacionario) cuando $r(t) = 2 + 2 \cos(t - \pi/7)$, $d_o(t) = 1 + \sin(2t + \pi/5)$, y $d_m(t) = 0.1 \sin(20t)$.

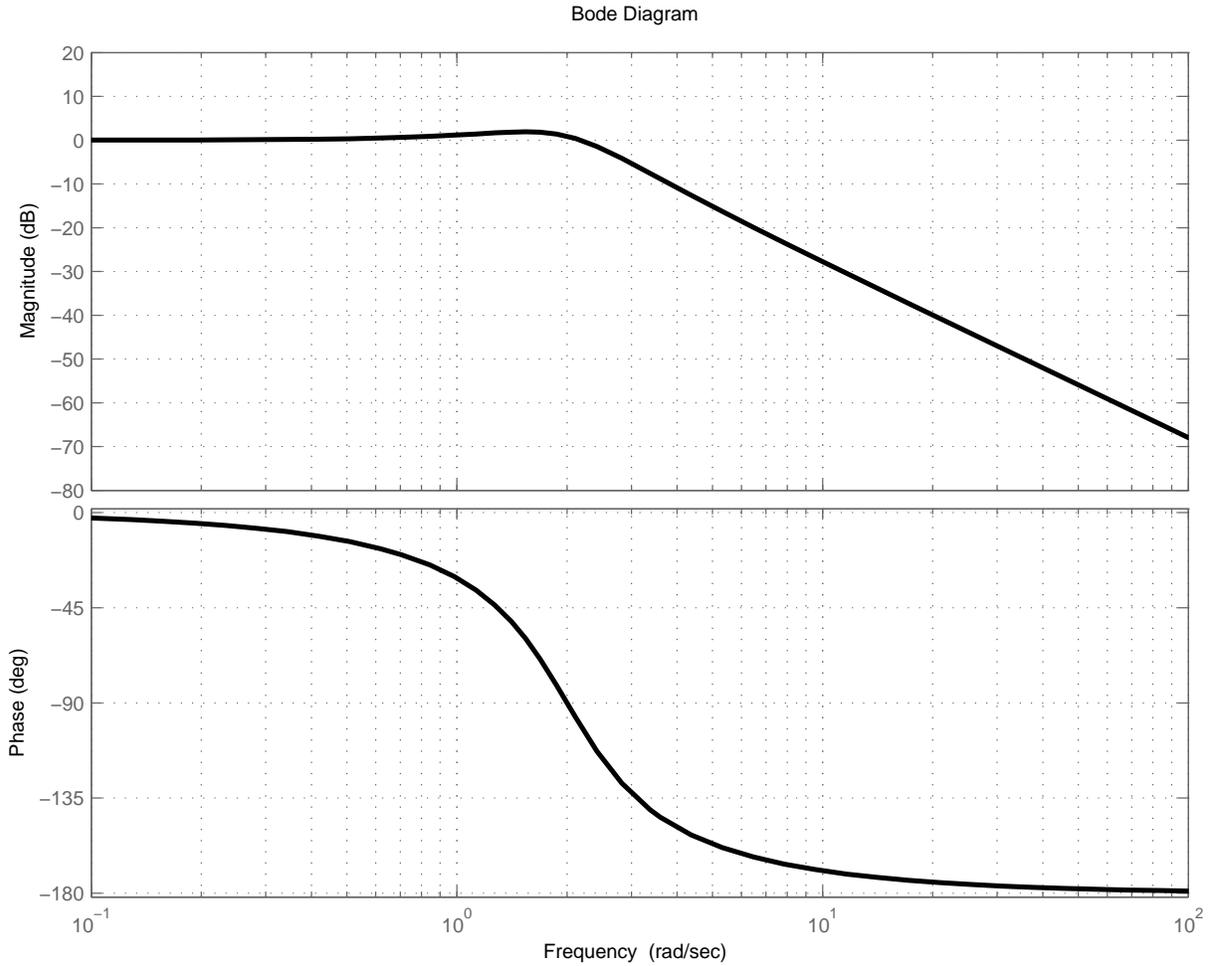


Figura 2: Diagrama de Bode de sensibilidad complementaria.

Problema 8 Considere el esquema de control alternativo de la Figura 3, donde G corresponde a la función de transferencia real de la planta, G_o a un modelo de la planta, y Q al parámetro de diseño. (Este esquema de control suele denominarse “internal model control (IMC) architecture” [esquema de control con modelo interno].)

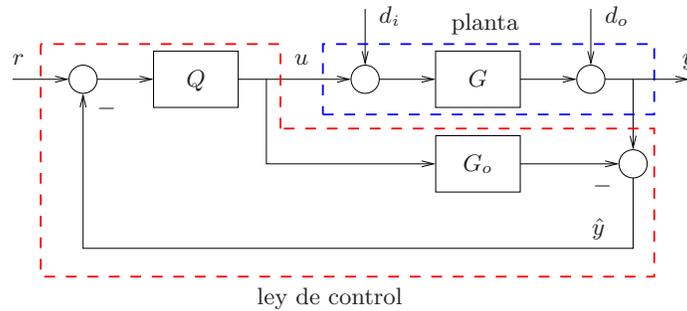


Figura 3: Esquema de control alternativo.

1. Suponga que $G = G_o$ y que G_o es estable y propia.

- Determine \hat{y} si $d_i = d_o = 0$. Repita para el caso general (i.e., cuando ninguna de las perturbaciones es cero). Comente acerca del rol de \hat{y} . Compare el esquema propuesto con un esquema de control en lazo abierto.
- Calcule las funciones de transferencia que relacionan todas las entradas con la salida y y la actuación u .
- ¿Cuál es, a su juicio, la mejor elección (posiblemente idealizada) que puede hacerse para Q ? Comente la relación existente entre esta elección y un esquema de control en lazo abierto.
- Pruebe que el lazo resultante es estable y está bien definido si y sólo si Q es estable y propio, y $Q(\infty)G(\infty) \neq -1$.
- Suponga que

$$G_o(s) = \frac{-s + 5}{(s + 1)(s + 10)}. \quad (1)$$

Proponga una elección para Q si la referencia es constante, y la perturbación de salida es sinusoidal de frecuencia $1[\text{rad/seg}]$.

f) Ilustre y verifique sus resultados usando Matlab.

2. Suponga ahora que $G = G_o + G_\epsilon$, donde G_ϵ es estable y propia. Determine \hat{y} en función de las entradas, G_o , y G_ϵ . Comente.