Guía de ejercicios Nº2 (ELO-270)

28 de noviembre de 2011

Problema 1 *Considere un proceso no lineal descrito por medio de la ecuación diferencial*

$$\frac{dy}{dt} + \frac{y}{2} = u^3 + 2,$$

donde u es la entrada e y la salida. Use la idea de inversión para sintetizar un controlador que permita seguir cualquier referencia constante en forma perfecta en estado estacionario. Verifique su respuesta usando Matlab.

Problema 2 (Propuesto por M. Salgado) *Suponga que una planta con entrada u y salida y puede ser descrita por la relación*

$$\frac{dy}{dt} + 2y = \sqrt{|u|}.$$

1. *Determine un controlador de lazo abierto, estable y realizable, de modo que la salida siga, lo mejor posible, una referencia $r(t) \geq 0$ para todo t (i.e., positiva para todo instante).*
2. *Repita si sabe que la referencia r es una señal de la forma $r(t) = K + A\sin(2t + \phi)$, donde A, K y ϕ son constantes desconocidas y se sabe que $K \geq A$. (¿Qué pasaría si $K < A$?)*
3. *Verifique sus respuesta usando Matlab.*

Problema 3 (Propuesto por J. Yuz) *Una fábrica tiene una piscina de neutralización donde llega un residuo industrial líquido (*RIL*) de pH ácido. El caudal del* RIL *varía durante la jornada de trabajo, y en los diferentes turnos de la fábrica, manteniéndose la temperatura en torno a los $40[^oC]$ y el pH en torno a 11. Para que el* RIL *pueda enviarse por el sistema de desagües, debe encontrarse a temperatura ambiente y pH aproximadamente neutro. Para ello se le deja enfriar en la piscina y se le agrega una solución básica (pH<7), cuyo caudal es siempre proporcional al caudal de* RIL *entrante en la piscina. El flujo de salida de la piscina es por rebalse en el otro extremo.*

1. *Identifique y clasifique las variables presentes en el sistema, de acuerdo a si son de entrada o de salida, manipulables o perturbaciones, medibles o no, etc.*
2. *Determine cuáles son las variables a controlar del sistema, si existe algún sistema de control, y, en caso de haberlo, a qué estrategia corresponde (lazo abierto, cerrado).*

Problema 4 (Propuesto por J. Yuz) *Se tiene un invernadero donde se cultivan plantas para exportación que son muy sensibles a la temperatura. Durante el día se sacan plantas y también se ponen otras, que vienen de otros invernaderos u otros lugares. El invernadero además es regado regularmente, para su ventilación existe un par de ventiladores que fuerzan un suave intercambio de aire con el exterior, y en su interior se encuentran repartidos cuatro calefactores, que actúan mediante un termostato individual, cuando la temperatura es menor a $15[^oC]$.*

1. *Identifique y clasifique las variables presentes en el sistema, de acuerdo a si son de entrada o de salida, manipulables o perturbaciones, medibles o no, etc.*

2. *Determine qué variables del sistema interesa controlar y, en caso de existir un sistema de control, a qué estrategia corresponde (lazo abierto, cerrado).*

3. *¿Qué propuestas haría Ud. para controlar las variables del sistema?*

Problema 5 *Considere sistemas lineales caracterizados por las funciones de transferencia*

$$H_1(s) = \frac{4(-s+1)}{s^2+2.8s+4}, \quad H_2(s) = \frac{s}{s+5}.$$

1. *Determine, en cada caso, la forma de la respuesta ante la excitación* $u(t) = 4+\sin(0.1t)+2\cos(10t)+3e^{-5t}$.

2. *Calcule, en cada caso, la respuesta estacionaria del sistema.*

3. *Grafique, en forma cualitativamente correcta, la salida estacionaria de ambos sistemas en la situación descrita en la Parte 2.*

4. *Verifique sus resultados usando Matlab.*

Problema 6 (Propuesto por M. Salgado) *Considere los sistemas lineales*

$$C(s) = \frac{-s+1}{\tau s+1}, \quad G(s) = \frac{1}{-s+1}$$

conectados en cascada de modo tal que la salida de C *corresponde a la entrada de* G.

1. *Calcule la función de transferencia del sistema completo.*

2. *Determine la respuesta del sistema interconectado ante la excitación* $u(t) = \mu(t)$ *y condiciones iniciales cero.*

3. *Repita la parte anterior si ahora se sabe que la salida de* G *satisface* $y(0-) = -4$.

4. *¿Es el sistema interconectado estable?*

5. *Verifique sus resultados usando Matlab.*

Problema 7 *Suponga que un proceso puede modelarse razonablemente bien por medio de la función de transferencia*

$$G(s) = \frac{-s+2}{(s+1)(s+4)}.$$

Para el control de G *se propone un controlador de lazo abierto con función de transferencia* $C(s) = K$.

1. *¿Es posible elegir* K *de modo de seguir una referencia del tipo* $r(t) = A+\sin(5t)$, *al menos en forma aproximada? Justifique.*

2. *Elija un controlador en lazo abierto que, en estado estacionario, permita seguir aproximadamente la referencia de la parte anterior.*

3. *Verifique sus respuestas usando Matlab.*

Problema 8 *Considere tres sistemas con las funciones de transferencia siguientes:*

$$G_1(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)}, \quad G_2(s) = \frac{1}{s-1}, \quad G_3(s) = \frac{-s+1}{(s+2)(s+3)}.$$

Estos sistemas deben controlarse por medio del esquema de control de lazo abierto de la Figura 1, en las condiciones que se indican en los puntos siguientes. En cada caso determine, si fuese posible, un controlador que permita lograr $y \approx r$, al menos en estado estacionario:

1. *La referencia r es una constante de magnitud desconocida y la perturbación d es nula.*
2. *La referencia r es igual a $r(t) = A + B\sin(2t)$ y la perturbación d es nula.*
3. *La referencia r es una señal con energía en la banda de 0 a 5[rad/seg] y la perturbación d es nula.*
4. *Si $d \neq 0$, ¿es posible lograr que la salida sea aproximadamente igual a la referencia? Comente.*
5. *Verifique sus respuestas usando Matlab.*

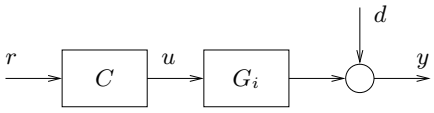

Figura 1: Esquema de control de lazo abierto con perturbaciones de salida.

Problema 9 *Considere el esquema de control en lazo abierto de la Figura 2, donde C y F son variables de decisión y*

$$G(s) = \frac{25(s+2)}{(s+1)(s^2+8s+25)}.$$

1. *Suponga que $C(s) = 0.5$, que la referencia r es constante y que la perturbación d es del tipo $d(t) = K_1 + K_2\sin(7t)$. ¿Es la elección propuesta para C adecuada? (Su respuesta podría quedar en función de F.)*
2. *Suponga ahora que a Ud. se le encomienda modificar el diseño del controlador anterior de modo de poder seguir referencias del tipo $r(t) = A + B\sin(t) + C\cos(2t + \pi/6)$ y eliminar perturbaciones similares a las de la Parte 1. Proponga bloques C y F apropiados.*
3. *Considerando el controlador por Ud. diseñado en la parte anterior, calcule el valor estacionario de la salida de la planta cuando la referencia es $r(t) = 5$ y la perturbación $d(t) = 2 + \cos(2t)$.*
4. *Verifique sus resultados usando Matlab.*

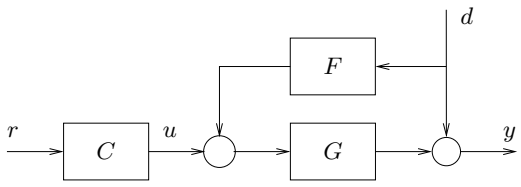

Figura 2: Esquema de control en lazo abierto con prealimentación de la perturbación.

Problema 10 *Considere que la planta*

$$G(s) = \frac{-s+1}{(s+3)(s+2)}$$

debe controlarse en lazo abierto. Se sabe que la referencia es una señal del tipo $r(t) = K_1 + K_2 \sin(0.2t + K_3)$ *y que, en la salida de la planta, existe una perturbación aditiva constante que puede ser medida. Para el control de* G *se propone el esquema de la Figura 2, donde* F *es una ganancia constante y* C*, una función de transferencia.*

1. *Elija un valor adecuado para* F*.*
2. *Elija un controlador* C *apropiado.*
3. *Si* $r(t) = 5$ *y* $d_o(t) = 3$*, calcule los valores estacionarios de la salida del proceso y de la actuación (i.e., de* y *y de* u*) considerando los bloques propuestos en el punto anterior.*
4. *Verifique sus respuestas usando Matlab.*

ESV - 28 de noviembre de 2011