

## TALLER 2

### Señales y sistemas II

Preparados por John Cortés

1. Decidir si cada una de las siguientes sentencias son falsas o verdaderas, justificar todas las respuestas, proponer un contraejemplo para las que considere conveniente.
  - a. La existencia de bloques con función de transferencia impropia crea problemas en el manejo del ruido en sistemas realimentados.
  - b. La existencia de bloques inestables en un sistema de control implica la inestabilidad total del sistema.
  - c. La cancelación de polos inestables es garantía de la estabilidad total del sistema.
  - d. Si todos los bloques de un sistema realimentado poseen función de transferencia propia la función de transferencia de entrada salida también es propia.
  - e. Sistemas en lazo abierto son inestables.
  - f. La selección de controladores propios garantiza una adecuada implementación electrónica.
  - g. La cancelación de polos cerca del eje imaginario generan oscilación del sistema.

2. Encontrar la respuesta en estado estacionario de

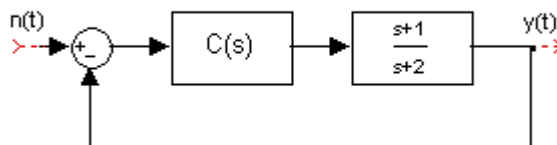
a.  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 - 1}$  debida a:  $r_1(t) = a$ ;  $r_2(t) = \text{sen}t$ ;  $r_3(t) = \text{sen}2t$

b.  $G_o = \frac{3s + 2}{s^2 + 3s + 2}$  debida a  $r(t) = 2 + t$

c.  $G_o = \frac{9s^2 + 9s + 81}{s^3 + 9s^2 + 9s + 81}$  debida a  $r(t) = a$ .

Realizar las correspondientes simulaciones en Matlab que confirmen sus respuestas.

3. Para el sistema de control mostrado

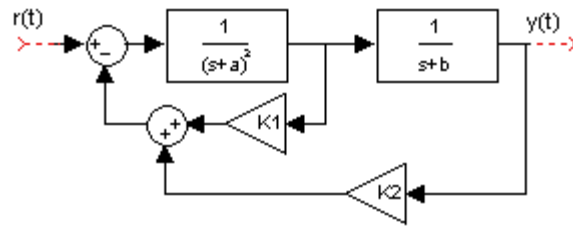


Para  $n(t) = 0.01\text{sen}(10^5 t)$  se obtiene una respuesta  $y(t) = 5 \cdot 10^{-3} \text{sen}(10^5 t) - 10^3 \cos(10^5 t)$ .

Determinar el controlador  $C(s)$  para la respuesta dada.

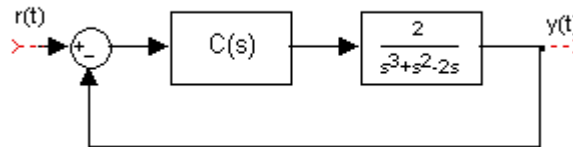
Considera que el sistema tiene problemas en el manejo del ruido?

4. Analizar la estabilidad total del siguiente sistema



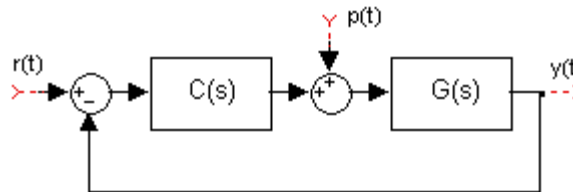
Donde  $a = 0.1$ ,  $b = 8.8$ ,  $K1 = 7.23$  y  $K2 = 17.2880$ .

5. Considere el sistema de control en realimentación unitaria mostrado en la figura



- Es posible garantizar la estabilidad total del sistema si  $C(s) = k$  (controlador de orden cero) En caso afirmativo determinar el rango de  $k$ .
- Es posible garantizar la estabilidad total del sistema si  $C(s) = \frac{b}{s+a}$ . Si es posible obtener una relación entre  $a$  y  $b$  para tal fin.
- Realizar un análisis similar para  $C(s) = \frac{cs+b}{s+a}$ .

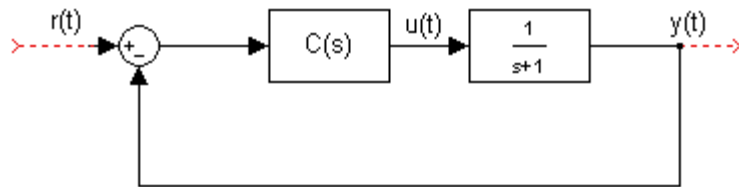
6. Para el sistema de control mostrado en la figura



Con plantas de la forma  $G(s) = \frac{k}{N(s)}$ . Demostrar que si se consideran controladores con función de transferencia tipo  $i$  con  $i \geq 1$ , el sistema de control rechaza perturbaciones constantes.

Determinar si se puede generalizar el resultado para plantas propias de la forma  $G(s) = \frac{N(s)}{D(s)}$  con  $N(0) \neq 0$ .

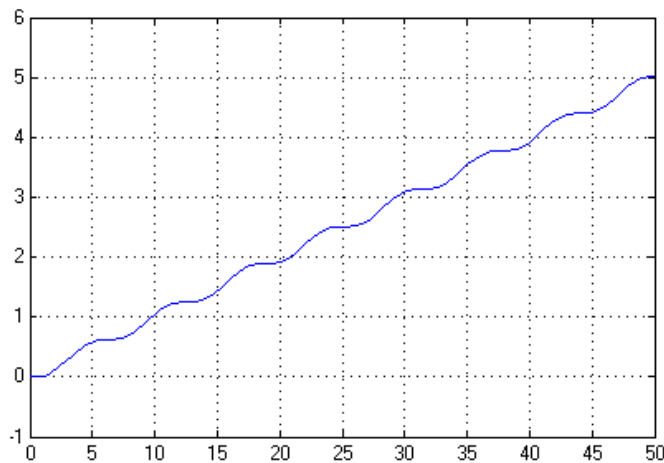
7. Considere el sistema de control.



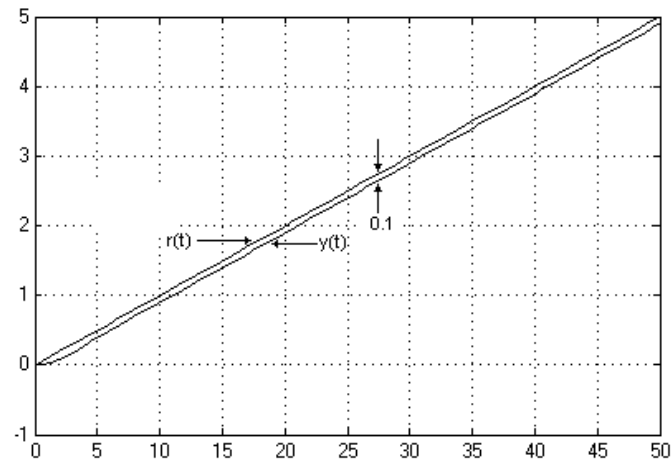
Se presenta a continuación las graficas de respuesta debida el efecto de dos controladores, calcular los correspondientes controladores

Respuesta debida al controlador  $C_1(s)$

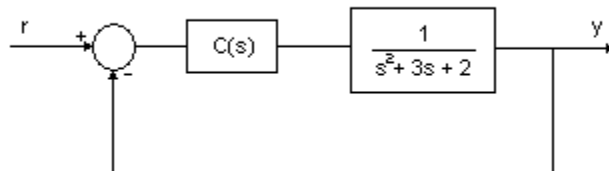
(Se presenta una oscilación sostenida (con  $\omega = 2\pi$  rad/s) por tiempo indefinido alrededor de una la señal de referencia  $r(t) = 0.1t$ .)



Respuesta debida al controlador  $C_2(s)$

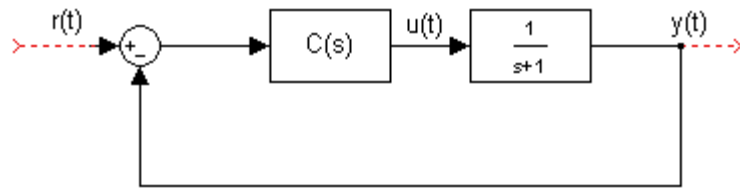


8. Considere el siguiente sistema de control

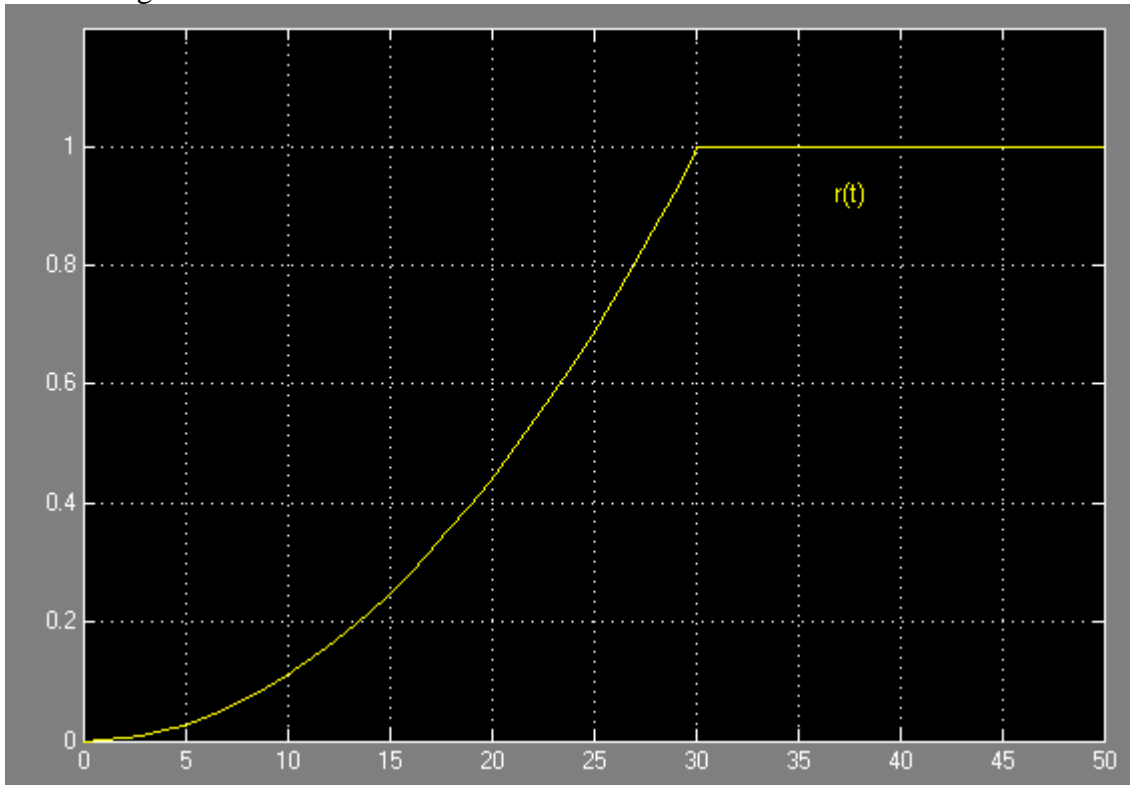


- Si  $C(s) = \frac{1}{s^2}$  calcular  $e_p$  ( $e_p$ : error de posición)
- Si  $C(s) = \frac{s+1}{s^2}$  calcular  $e_p$
- Si  $C(s) = \frac{as+b}{s^2}$ , determinar una relación para  $a$  y  $b$ , tal que el sistema sea totalmente estable y calcular  $e_v$  ( $e_v$ : error de velocidad) para esos casos.
- Si la planta cambia a  $G_1(s) = \frac{1}{s^2 + 3.2s + 1.8}$  calcular el nuevo  $e_v$ .

9. Para el sistema de control mostrado en la figura:

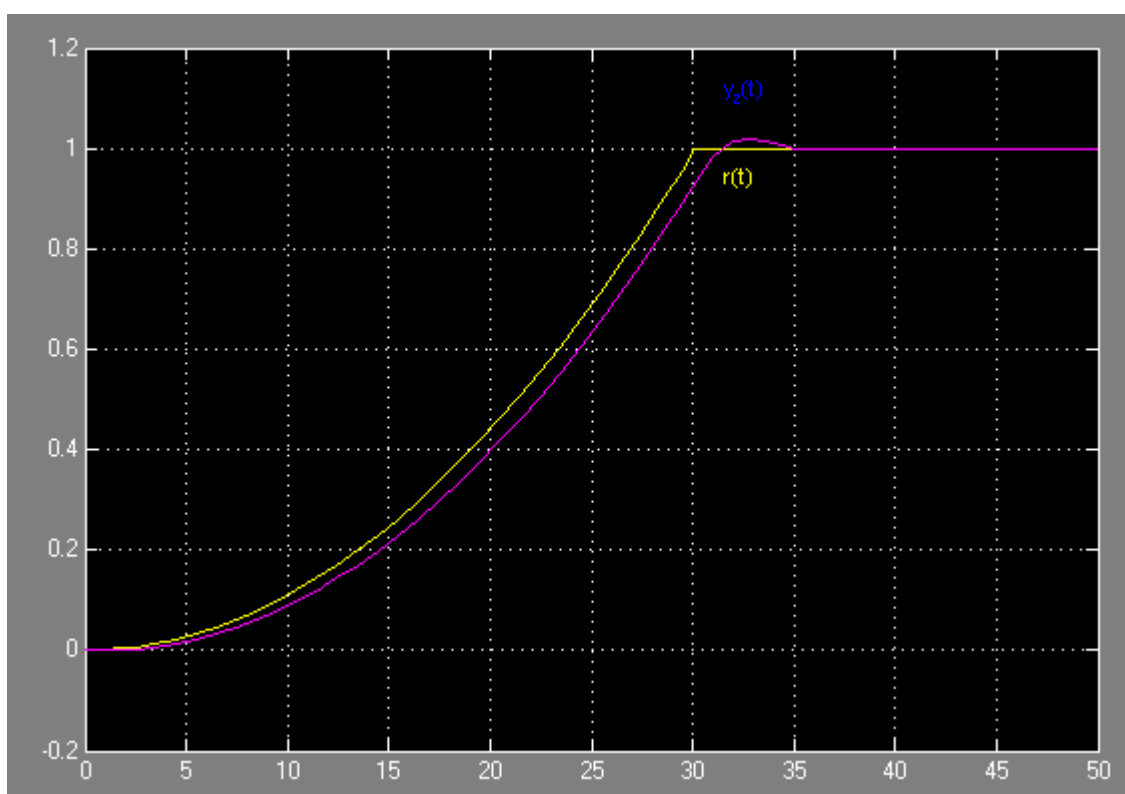
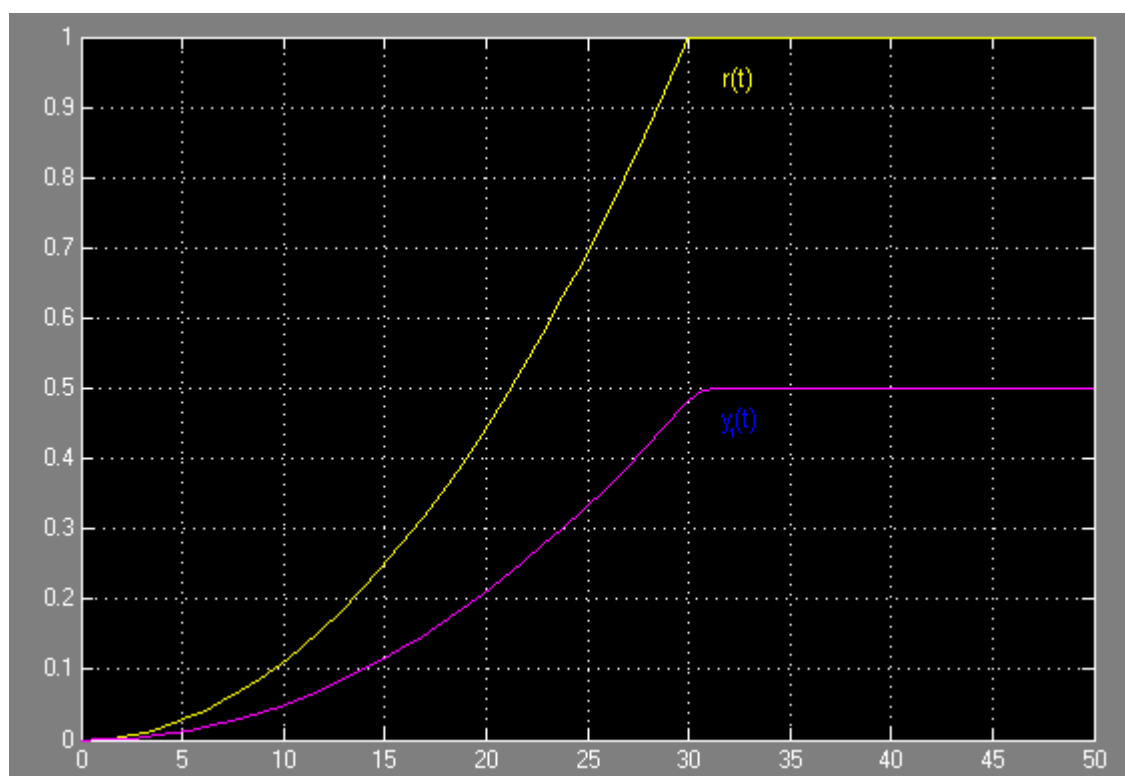


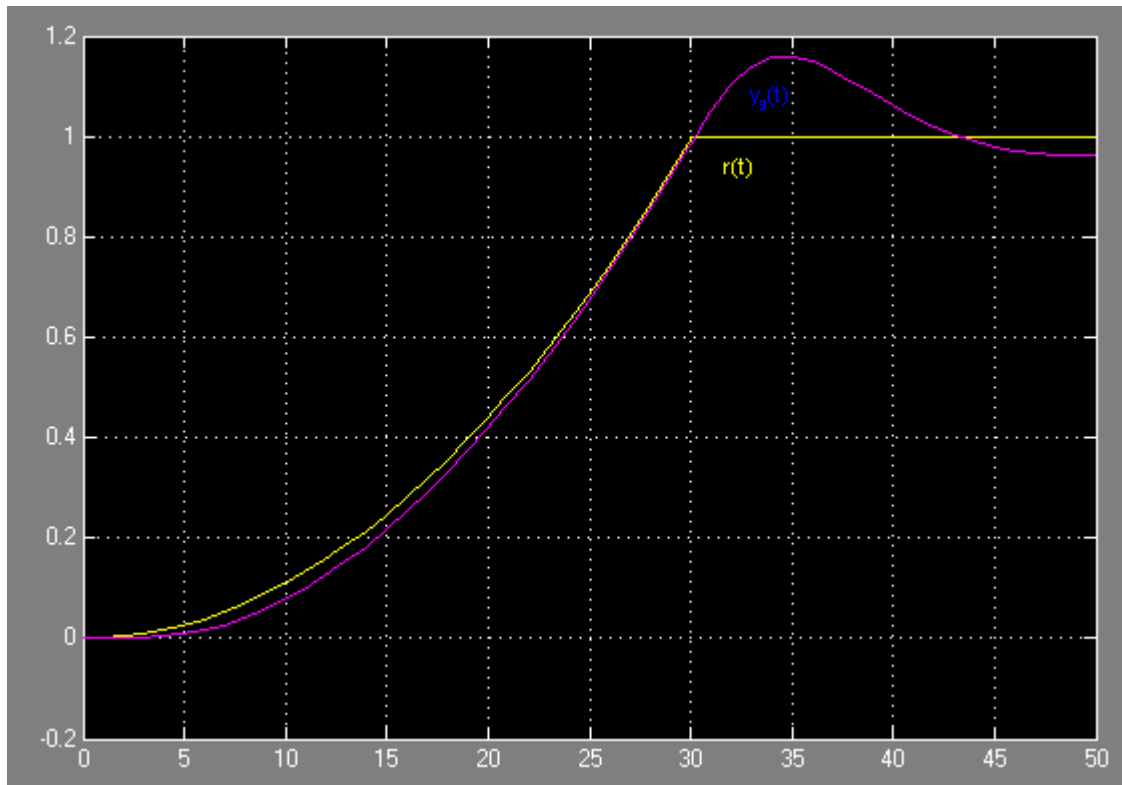
Considere la siguiente señal de referencia:



$$r(t) = \begin{cases} \frac{t^2}{30^2} & 0 \leq t \leq 30 \\ 1 & t \geq 30 \end{cases}$$

Para cada una de las respuestas  $y_1(t)$ ,  $y_2(t)$  y  $y_3(t)$  diseñar el correspondiente controlador tal que el sistema de control resultante posea una respuesta similar. (ver graficas anexas). En cada caso determinar el correspondiente error de estado estacionario ( $e_p$ ,  $e_v$  y  $e_a$ ) que es cero o finito.





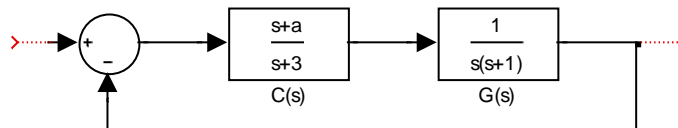
Observaciones: Nótese que en la grafica de respuesta  $y_3(t)$  ( $e_a = 0$ ) el comportamiento transitorio para la señal de referencia cuadrática es relativamente bueno comparado con el de la señal de referencia constante el cual presenta gran sobre pico (aprox. 18%) y oscilaciones. Lo cual evidencia el error de sobre dimensionar el diseño con errores de estado estacionario ( $e_{ss}$ ) superiores a los especificados.

Para  $y_1(t)$  si la planta hubiese sido  $G_1(s) = \frac{1}{s(s+1)}$  ¿Es posible implementar el controlador para la respuesta dada? Analizar el problema desde el punto de vista matemático y desde el punto de vista real de la implementación.

10. Considere un sistema con realimentación unitaria donde la función de transferencia de la planta esta dada por  $G(s) = 2/(s+1)$  y el controlador es un compensador proporcional integral de la forma  $C(s) = K(1+0.46s)/s$ .

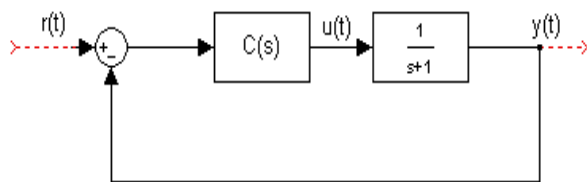
Determinar el valor de K que produzca la mejor respuesta bajo la restricción que la señal de control no debe superar el valor de 100 es decir  $|u(t)| \leq 100$ .

11. Considere el sistema realimentado mostrado en la figura

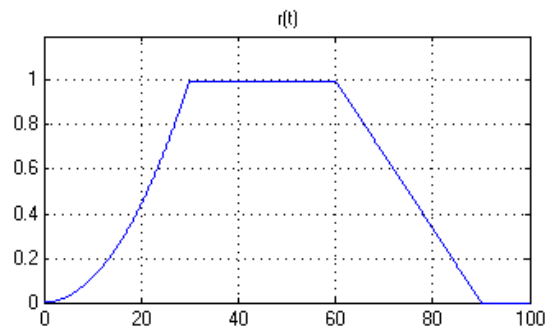


Encontrar el valor de a tal que el sistema posea el menor tiempo de asentamiento y sobrepico posible.

12. Considere el siguiente sistema de control y la correspondiente señal de referencia  $r(t)$ .

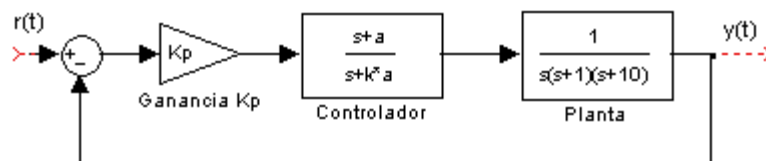


$$r(t) = \begin{cases} \frac{t^2}{30^2} & 0 \leq t \leq 30 \\ 1 & 30 \leq t \leq 60 \\ 3 - \frac{t}{30} & 60 \leq t \leq 90 \end{cases}$$



- Si  $C(s) = 99$ , es decir un amplificador de ganancia 99, considera que la respuesta del sistema ( $y(t)$ ) es aceptable. Describe su respuesta en términos de errores estado estacionario. (Sugerencia: Calcular la respuesta del sistema para los tiempos 30 s, 60 s y 90 s)
- Si  $C(s) = \frac{as+b}{s}$  con  $a = 99$  y  $b = 1$ , realizar un análisis similar al solicitado para el controlador proporcional ¿Qué ventajas tiene este diseño con respecto al anterior?
- Analice el concepto de polos dominantes para el caso del último controlador. ¿Se puede aplicar en este caso?

**13.** Para un problema de diseño se utiliza el siguiente sistema de control:



Para efectos de reducir el orden del sistema de control se decide asignar  $a = 1$  ó  $a = 10$ . Explique la implicación que tiene la selección de cada uno de éstos valores. Analice la respuesta en cuanto a rechazo a perturbaciones y estabilidad total del sistema.