



**IE0431: Sistemas de Control  
II-2020**

**TAREA 5**

Para el sistema de control realimentado mostrado en la figura:

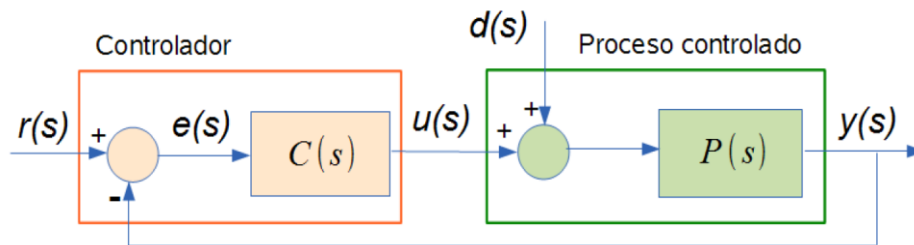


Figura 1: Sistema de control realimentado simple.

1. Para el proceso representado por el modelo personalizado subamortiguado con un cero  $P_{psubc}(s)$ :

1.1 (2 puntos) Determine los parámetros del controlador de la familia PID que sea más simple (P, PD, PI, PID), tal que la respuesta del sistema de control a un cambio tipo escalón en el valor deseado, tenga: tiempo de asentamiento al 2%  $t_{a2} \leq 4$  segundos, un error permanente  $e_{pr0} \leq 20\%$  y el menor sobrepaso máximo posible.


1.2 (2 puntos) Determine los parámetros de un controlador de la familia PID (P, PD, PI, PID), tal que la respuesta del sistema de control a un cambio tipo escalón en el valor deseado, tenga: el menor sobrepaso máximo posible, tiempo de asentamiento al 2%  $t_{a2} \leq 4$  segundos y que la respuesta a un cambio escalón en la referencia y en la perturbación tenga error permanente cero.

En **ambos** casos justifique la selección del controlador y las razones por la que descarta los controladores más simples. Indique los valores de las especificaciones únicamente para el controlador escogido.

2. Para el proceso representado por el modelo personalizado inestable  $P_{pi}(s)$ :

Se desea que la respuesta del sistema de control, a un cambio tipo escalón en el valor deseado, tenga las siguientes características: sobrepaso máximo  $M_{pn\%} = 16.3\%$  y un tiempo de asentamiento al 2%  $t_{a2\%} \leq 4,0s$ .

- 2.1 (2 puntos) Determine los parámetros del controlador de la familia PID más simple posible (P, PD, PI, PID), que permite cumplir con las especificaciones deseadas. Indique y justifique claramente cuáles de las especificaciones se pueden cumplir y cuáles no, para cada tipo de controlador analizado. Indique claramente los valores de las especificaciones ( $M_{pn\%}$ ,  $t_{a2\%}$ ) obtenidas únicamente para el controlador seleccionado, además del valor del  $e_{pr0}$ .

	<p>Universidad de Costa Rica Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>	<p><b>EIE</b> Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>
<p align="center"><b>IE0431: Sistemas de Control II-2020</b></p>		

- 2.2 (2 puntos) Considerando que ahora se desea un  $e_{pr0} = 0\%$ , determine los parámetros del controlador de la familia PID más simple posible (P, PD, PI, PID), que permite cumplir con todas las especificaciones. Indique y justifique claramente cuáles de las especificaciones se pueden cumplir y cuáles no, para cada tipo de controlador analizado. Indique claramente los valores de las especificaciones ( $M_{pn\%}$ ,  $t_{a2\%}$ , y  $e_{prm0}$ ) únicamente para el controlador seleccionado.
3. (2 puntos) Compruebe el diseño final seleccionado para cada uno de los puntos anteriores utilizando la herramienta *sisotool* de Matlab de acuerdo a la explicación dada en la clase. Muestre el LGR con los respectivos límites del sobrepaso y tiempo de asentamiento solicitados (según se solicite en cada enunciado), así como la medición de las especificaciones en la figura de respuesta temporal ante una entrada escalón unitario ( $M_{pn\%}$ ,  $t_{a2\%}$ , y  $e_{prm0}$ ). Agregue además una figura en cada caso donde se muestren los parámetros introducidos en el *sisotool* para cada controlador diseñado. **Explique y justifique las diferencias que puedan encontrarse entre las especificaciones obtenidas con el diseño algebraico y las medidas en la respuesta al escalón generada con *sisotool*.**

### Procesos personalizados

Para la realización de los ejercicios, cada estudiante tendrá un proceso personalizado, cuyas funciones de transferencia dependerán de su número de carné.

Para definir las funciones de transferencia, los componentes del número de carné se definirán como Aapqmn, o Bbpqmn, o Ccpqmn, etc. Si alguno de los parámetros ( $m, n, p, q$ ) es cero, se remplaza por 5.

Proceso subamortiguado con un cero:

$$P_{psubc}(s) = \frac{\beta(s+2)}{(s+1+\alpha j)(s+1-\alpha j)}, \alpha = 0.1 \cdot \max\{p, q, m, n\}, \beta = \{0.1 \cdot \min\{p, q, m, n\} + 1\}$$


Proceso inestable:

$$P_{pi}(s) = \frac{\beta}{(s^2 - \alpha)}, \alpha = 0.1 \cdot \max\{p, q, m, n\}, \beta = \{0.1 \cdot \min\{p, q, m, n\} + 1\}$$

Las constantes de tiempo están dadas en segundos.

### **Indicaciones finales:**

La resolución de los ejercicios 1 y 2 debe realizarse de forma algebraica, siguiendo el procedimiento seguido en la clase, agregando el LGR para hacer el análisis respectivo (puede utilizar la figura generada con el comando *rlocus* o *sisotool* para cada caso), pero el despeje de todos los parámetros debe realizarse algebraicamente. Puede utilizar un editor de ecuaciones, *LaTeX*, matemática simbólica en Matlab o Mathematica o escritura a mano para agregar el respectivo desarrollo algebraico. En caso de presentar

	<p>Universidad de Costa Rica Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>	<p><b>EIE</b> Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>
<p><b>IE0431: Sistemas de Control II-2020</b></p>		

el desarrollo a mano deberá ser con letra legible, escaneado o fotografiado con buena resolución y escrito de forma muy ordenada para poder ser calificado sin inconvenientes, incorporando la imagen respectiva en la sección correspondiente del pdf presentado como solución. En el caso contrario de que se reciba un desarrollo ilegible o desordenado se asignará automáticamente una calificación de **cero** en la parte correspondiente.

La solución de la tarea se debe presentar en un documento en pdf, así como un archivo de Matlab .m donde se muestren el respectivo código utilizado para generar todos los LGR analizados en la tarea, con su respectiva respuesta a una entrada escalón unitario, separando cada subsección con %% e indicando los parámetros del controlador que se utilizan en cada caso en un comentario al inicio de cada sección.

**NO ENTREGUE UN ARCHIVO COMPRIMIDO; SUBA LOS DOS ARCHIVOS NOMBRADOS CON SU NÚMERO DE CARNÉ.**

Fecha límite de entrega: lunes 19 de octubre de 2020 a las 7 p.m. **No se aceptan tareas tarde.**  
Debe indicar en un comentario en la primera línea del archivo .m: Nombre, Carné y Grupo Matriculado.

Las tareas son individuales.