

2.004: MODELISMO, DINÁMICA Y CONTROL II

Primer trimestre, 2003

Experimento 5: Tutorial de MatLab Tutorial : Toolbox de control

Introducción

En esta tercera sesión de tutoría estudiaremos algunas herramientas importantes proporcionadas por MatLab y relacionadas con el diseño de sistemas de control. La toolbox de control de MatLab proporciona algunas herramientas muy útiles para la representación y manipulación de funciones de transferencia. Además este programa tiene métodos adecuados para visualizar las respuestas de sistemas invariables en el tiempo (LTI). En concreto, estudiaremos la utilización del visor LTI. Consideraremos el diseño del controlador de retroalimentación del dominio de frecuencia utilizando la interfaz gráfica de usuario (GUI) de diseño del lugar de las raíces.

Los objetivos de esta sesión de tutoría son los siguientes:

- (1) Familiarizarse con las capacidades básicas de MatLab para diseñar sistemas de control. Familiarizarse con las llamadas de funciones básicas tales como `tf()`, `series()`, `feedback()`, `step()`, etc.
- (2) Familiarizarse con dos interfaces gráficas de MatLab muy útiles para la toolbox de control: visor LTI y herramienta del lugar de las raíces (*root locus*).
- (3) Comprender la representación gráfica del lugar de las raíces utilizando `rltool`.
- (4) Modificar el lugar de las raíces del sistema añadiendo polos y ceros.

Procedimiento:

Considere las funciones de transferencia de segundo orden:

$$F_1(s) = \frac{1056}{0.85s^2 + 14s + 1056}$$

$$F_2(s) = \frac{132000}{0.85s^2 + 14s + 132000}$$

- (a) Defina esta función de transferencia en MatLab utilizando la función TF.
- (b) Visualice la respuesta a escalón de esta función de transferencia utilizando step().
- (c) Familiarícese con el visor LTI.
 - (i) Trace la respuesta a escalón y la respuesta de impulso marcando la respuesta pico, el tiempo de establecimiento, el tiempo de subida y el estado estacionario según corresponda.
 - (ii) Cree diagramas de Bode para las dos funciones de transferencia.
 - (iii) Trace polos y ceros para las dos funciones de transferencia.

(d) Cree una función de transferencia de ganancia constante:

$$K(s) = kI \text{ para } kI=1, 10, 100.$$

- (i) Cree funciones de transferencia en cascada $F_1(s)$ y $K(s)$ con los tres valores kI . Halle ubicaciones de polo para las tres funciones de cascada. ¿Dónde se encuentran los ceros? Pruebe con las funciones `polo()` y `cero()` y pruebe también utilizar el visor LTI.
- (ii) Incorpore retroalimentación unitaria a las tres funciones de cascada [consejo: utilice la retroalimentación de función()]. identifique de nuevo las ubicaciones de los polos y los ceros.
- (iii) Observe el efecto de modificar la ganancia de cascada utilizando la herramienta de *root locus*.
- (iv) Si modificamos la ganancia de retroalimentación proporcional, ¿en qué afecta a la dinámica del sistema. Observe las respuestas a escalón.

(e) Cree una función de transferencia con un cero:

$$D(s) = s + k2 \text{ para } k2 = 1, 10, 100$$

- (i) Cree funciones de transferencia de retroalimentación unitaria con controlador diferencial en cascada con los tres valores de $k2$.
- (ii) Identifique las ubicaciones de los polos y ceros y las respuestas a escalón para los tres casos. Trate de crear estas funciones a mano [es decir, utilizando `series()` y `feedback()`]. No obstante, observará que es más conveniente realizar esto utilizando la herramienta del lugar de las raíces.
- (iii) En la herramienta *root locus*, estudie el efecto de modificar la ganancia en la respuesta del sistema.
- (iv) Describa el efecto de añadir un cero al lugar de las raíces.

(f) Cree una función de transferencia con un polo adicional:

$$I(s) = \frac{1}{s + k3} \text{ para } k3 = 1, 10, 100$$

- (i) Cree funciones de transferencia de retroalimentación unitaria con controlador integral con los tres valores $k3$.
 - (ii) Identifique las ubicaciones de los polos y ceros y las respuestas a escalón para los tres casos. Trate de crear estas funciones a mano [es decir, utilizando `series()` y `feedback()`]. No obstante, observará que es más conveniente realizar esto utilizando la herramienta del lugar de las raíces.
 - (iii) En la herramienta *root locus*, estudie el efecto de modificar la ganancia en la respuesta del sistema.
 - (iv) Describa el efecto de añadir un polo al lugar de las raíces.
- (g) Si dispone de tiempo, estudie el efecto de añadir polos y ceros adicionales.

Deliverables:

Las ubicaciones de los polos y ceros para las funciones de transferencia pertinentes. Cree diagramas de respuestas a escalón adecuados, diagramas de respuestas a impulso y diagramas de Bode para las funciones de transferencia.