



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BIOINGENIERÍA

Laboratorio Teoría de Control. Semestre 2025-I

PRÁCTICA N°4 – mayo 20 y 21 / 2025

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

1. OBJETIVO

- Analizar la estabilidad de los sistemas a partir de su función de transferencia
- Conocer y aplicar los comandos de Python enfocados a la obtención del lugar geométrico de las raíces
- Interpretar correctamente una gráfica del lugar de las raíces para introducir al estudiante en el diseño de sistemas de control sobre unas características dadas

2. MATERIALES Y EQUIPOS

Software Python y librerías.

3. MARCO TEÓRICO

El objetivo de la práctica es la consolidación de la teoría sobre el análisis dinámico temporal mediante la técnica del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR). Esta técnica no sólo sirve para determinar las soluciones de la ecuación característica de un sistema realimentado, sino que además permite conocer la estabilidad del sistema, el tipo de respuesta en el régimen permanente y la naturaleza del régimen transitorio [1].

Las características de un sistema de lazo cerrado son determinadas por los polos de lazo cerrado. Los polos de lazo cerrado son las raíces de la ecuación característica. Para encontrarlos se debe descomponer en factores la ecuación característica lo que resulta muy laborioso. El método del LGR está basado en técnicas de tanteo y error y es un procedimiento gráfico, por el cual se trazan las raíces de la ecuación exactamente para todos los valores de un parámetro del sistema que normalmente es la ganancia K variando **desde 0 a ∞** .

Este método permite encontrar los polos de lazo cerrado partiendo de los polos y ceros de lazo abierto tomando a las ganancias K como parámetro que varía [2,3].

4. INFORME

4.1. Dadas las siguientes funciones de transferencia y con la ayuda de la librería Control - Python:

$$H = \frac{s^3 + 2s^2 + s + 10}{3s^3 + 3s^2 + 2s + 1}$$

$$G = \frac{2s + 3}{s^3 + 3s^2 + 2s + 1}$$

- Observe y explique: cuál es el efecto que tiene el añadir un cero simple a cada sistema. ¿Qué cambios implica en el lugar geométrico de las raíces, la respuesta al escalón y la respuesta al impulso?
- Observe y explique: cuál es el efecto que tiene el añadir un polo simple al sistema. ¿Qué cambios implica en el lugar geométrico de las raíces, la respuesta al escalón y la respuesta al impulso?
- Cambiar el valor de K , posicionando los polos en lazo cerrado para obtener respuestas sobre-amortiguada, críticamente amortiguada y sub-amortiguada.

4.2.

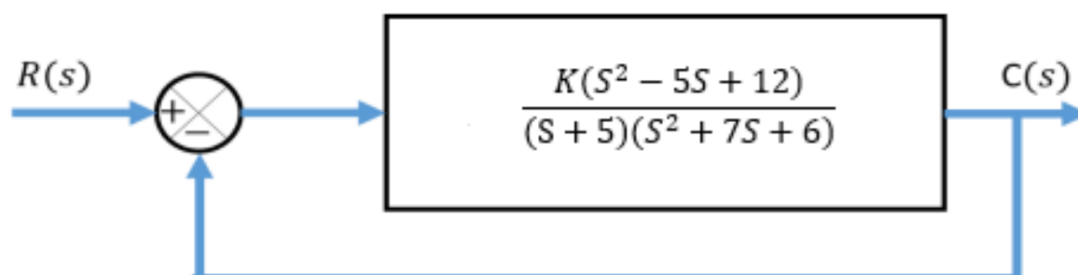


Figura 1. Sistema con realimentación unitaria.

- a. Utilice el criterio de Routh para determinar los rangos de K para la estabilidad. ¿qué significa que el sistema sea condicionalmente estable?, es deseable esta situación?, ¿Por qué?
- b. Encuentre la gráfica del lugar de las raíces. Confirme los valores de K hallados en el punto a.
- c. A partir del numeral anterior, encuentre un valor de ganancia que le permita tener una respuesta con una frecuencia natural de 2.1 rad/s y un factor de amortiguamiento igual a 0.78 . Justifique la elección.
- d. Encuentre la respuesta al escalón, impulso y rampa del sistema usando el valor de ganancia hallado en el numeral c; verificar que su respuesta cumple con las especificaciones del numeral c.
- e. Encuentre el porcentaje de sobreimpulso máximo (M_p) del sistema.
- f. Repita los mismos pasos para la función de transferencia discretizada con un periodo de muestreo de 0.5 seg . ¿Cómo cambia el LGR? ¿Qué sucede en el plano z , con los parámetros establecidos (factor de amortiguamiento y frecuencia natural)?
- g. Encuentre para qué valores de K el sistema se vuelve oscilatorio (marginalmente estable) y para cuáles valores de K , el sistema se vuelve inestable. Compruébelo mediante la respuesta al escalón para cada caso, tanto en tiempo continuo como discreto y analice

5. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Entregables:

Presentación oral del análisis y resultados obtenidos durante el desarrollo de la práctica, agendada para el 3 de junio.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] Rltool de Matlab [En línea], Consultado 15 de marzo de 2024.

<https://www.mathworks.com/help/control/ug/root-locus-design.html>

[2] “El lugar de las raíces”, [En línea] página consultada el 15 de marzo de 2024.

https://ocw.ehu.es/file.php/83/cap9_html/capitulo-9.html

[3] OGATA KATSUSHITO, “Ingeniería de Control Moderno”, Prentice Hall. 5 edición, 2007.