

GUÍA DE EJERCICIOS N° 3

Consigna: Leer los capítulos del Libro "Ingeniería de Control Moderna" del autor **Katsuhiko Ogata**, para poder responder la introducción teórica de la presente **Guía de Ejercicios N° 3**.

1. DEFINICIÓN Y ENUNCIADOS

- 1.1. Enunciar y explicar, con sus respectivas fórmulas, los pasos para trazar el Lugar Geométrico de las Raíces.
- 1.2. Responder las siguientes preguntas:
 - a) ¿Qué son los Polos de Lazo Cerrado?
 - b) ¿Qué es la ganancia de la Función de Transferencia en Lazo Abierto?
 - c) ¿Qué es el Lugar Geométrico de las Raíces para un sistema?
 - d) ¿Con respecto a qué eje son simétricos los lugares geométricos de las raíces? ¿Por qué?
 - e) ¿Qué condiciones debe cumplir un punto en el plano s para pertenecer al Lugar Geométrico de la Raíces?
 - f) ¿Cuál es el parámetro principal y qué representa?
 - g) ¿Qué son las singularidades?
 - h) ¿Qué dice la **regla práctica** para determinar si un punto pertenece al Lugar Geométrico de las Raíces?
 - i) ¿Cómo se averigua la cantidad de asíntotas distintas?

2. RESOLUCIÓN MANUAL

- 2.1. Obtener y graficar el Lugar Geométrico de las Raíces de las **ecuaciones características** de los siguientes ejercicios, detallando los pasos vistos en Teoría.

Ejercicio N° 1: $1 + \frac{K}{s^3 + 5s^2 + 4s} = 0$	Ejercicio N° 2: $1 + \frac{K(s^2 + 4s + 53)}{s^3 + 3s^2 - 18s} = 0$	Ejercicio N° 3: $1 + \frac{K}{s(s^2 + 4s + 8)} = 0$
Ejercicio N° 4: $1 + \frac{K(s - 7)}{s^3 + s^2 + 80s - 82} = 0$	Ejercicio N° 5: $1 + \frac{K(s^2 - 2s + 10)}{s^2 + 4s - 5} = 0$	Ejercicio N° 6: $1 + \frac{K(s^2 + 4)}{s^2 + 6s} = 0$
Ejercicio N° 7: $1 + \frac{K(s - 6)}{s^3 + 12s^2 + 9s + 292} = 0$	Ejercicio N° 8: $1 + \frac{K}{s(s^2 + 6s + 25)} = 0$	Ejercicio N° 9: $1 + \frac{K(s - 6)}{s^3 + 12s^2 + 9s + 292} = 0$

- 2.2. Dado los siguientes **polos** y **ceros** de lazo abierto:

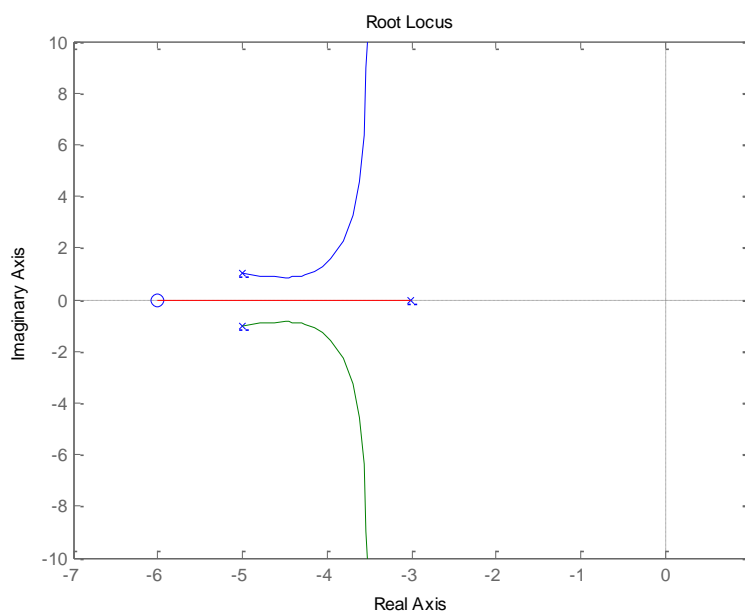
- a) Obtener la ecuación característica.
- b) Hallar los ángulos de las asíntotas. En el caso de que no existan deberá justificar la respuesta analíticamente.
- c) Calcular el punto donde nacen las asíntotas. En el caso de que no exista deberá justificar la respuesta analíticamente.
- d) Calcular los ángulos de salida (o llegada) desde los polos (o ceros) complejos. En el caso de que no se puedan calcular deberá justificar la respuesta.
- e) Hallar los puntos de ruptura, en el caso de que existan, y especificar cuáles son justificando la respuesta.
- f) Hallar ω crítico.
- g) Hallar K crítico.
- h) Teniendo en cuenta los valores calculados en los ítems **f)** y **g)** ¿A qué conclusión se puede llegar respecto a los polos de lazo cerrado?
- i) Graficar el Lugar Geométrico de las Raíces completo indicando en el mismo **TODOS** los valores calculados en los ítems anteriores.

Ejercicio N° 1: Ceros: no existen Polos: 0; -3; -6	Ejercicio N° 2: Ceros: -3 Polos: -4; -4-2j; -4+2j	Ejercicio N° 3: Ceros: -1 Polos: 0; -2; -3
Ejercicio N° 4: Ceros: no existen Polos: -1; -2-2j; -2+2j	Ejercicio N° 5: Ceros: j; -j Polos: 0; -2	Ejercicio N° 6: Ceros: -1 Polos: 0; -3-3j; -3+3j
Ejercicio N° 7: Ceros: -3+8j; -3-8j Polos: 0; -6; 3	Ejercicio N° 8: Ceros: -2 Polos: 0; -2-j; -2+j	Ejercicio N° 9: Ceros: -2; -3 Polos: 0; -1

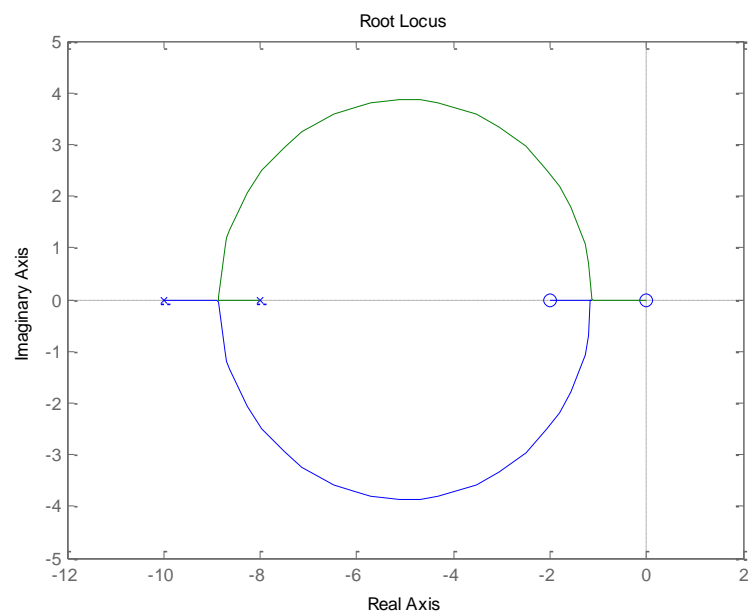
2.3. Dado los siguientes gráficos del Lugar Geométrico de las Raíces:

- Obtener la ecuación característica.
- Calcular e **indicar** en el gráfico:
 - Las asíntotas. En el caso de que no existan deberá justificar la respuesta analíticamente.
 - El punto donde nacen las asíntotas. En el caso de que no exista deberá justificar la respuesta analíticamente.
 - Los puntos de ruptura, en el caso de que existan, y especificar cuáles son justificando la respuesta.
 - El valor correcto de ω crítico. En el caso de que no exista deberá justificar la respuesta analíticamente.
 - El valor correcto de K crítico. En el caso de que no exista deberá justificar la respuesta analíticamente.
 - Teniendo en cuenta los valores calculados en los ítems **iv)** y **v)** ¿A qué conclusión se puede llegar respecto a los polos de lazo cerrado?

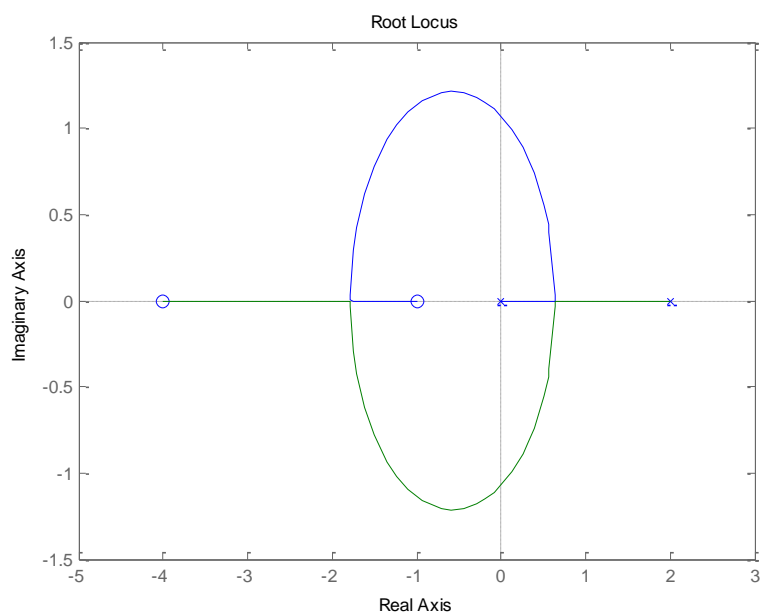
Ejercicio N° 1:



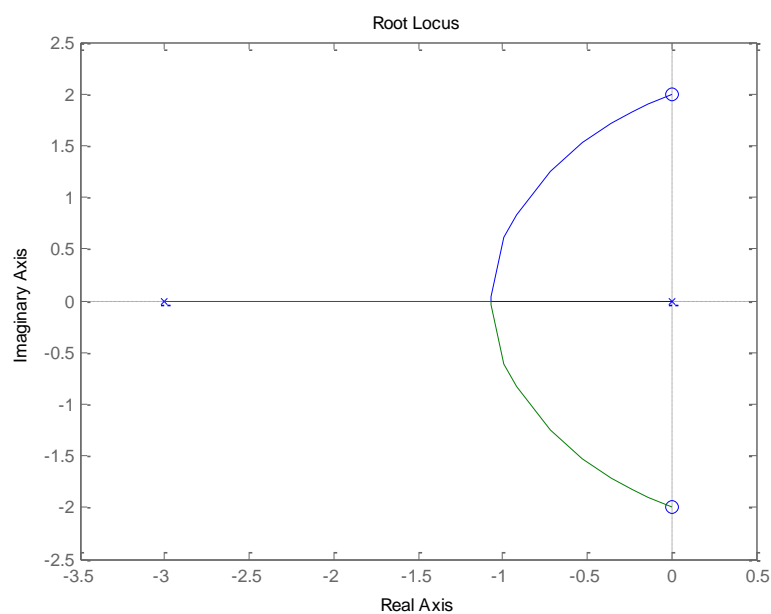
Ejercicio N° 2:



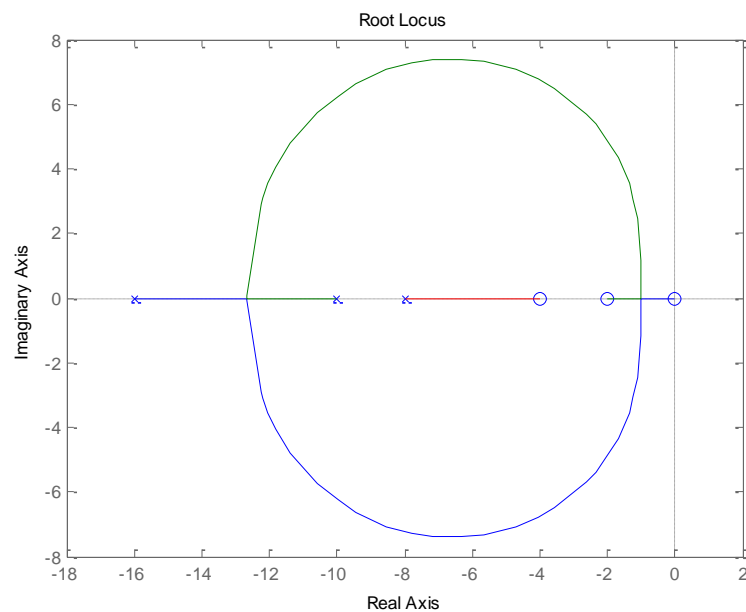
Ejercicio N° 3:



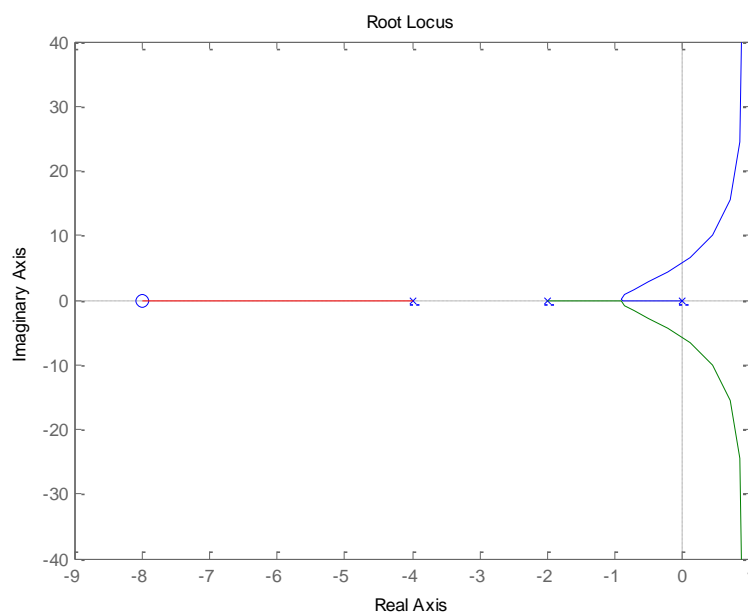
Ejercicio N° 4:



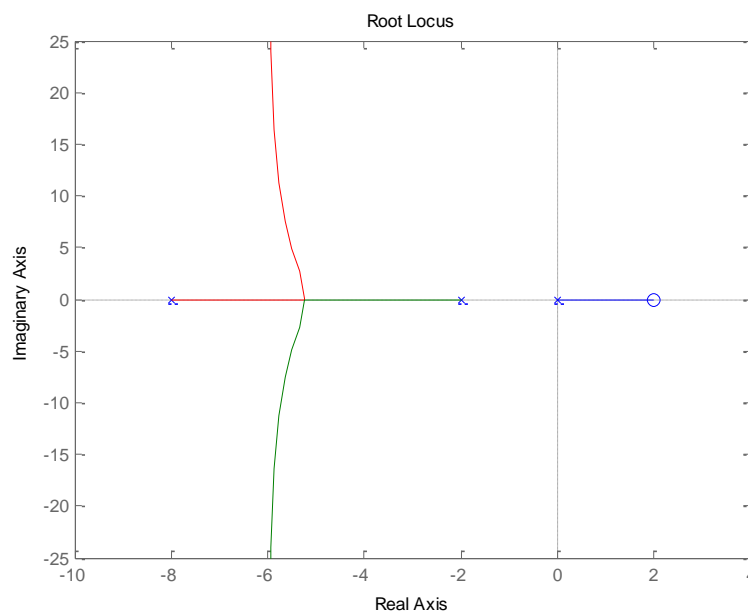
Ejercicio N° 5:



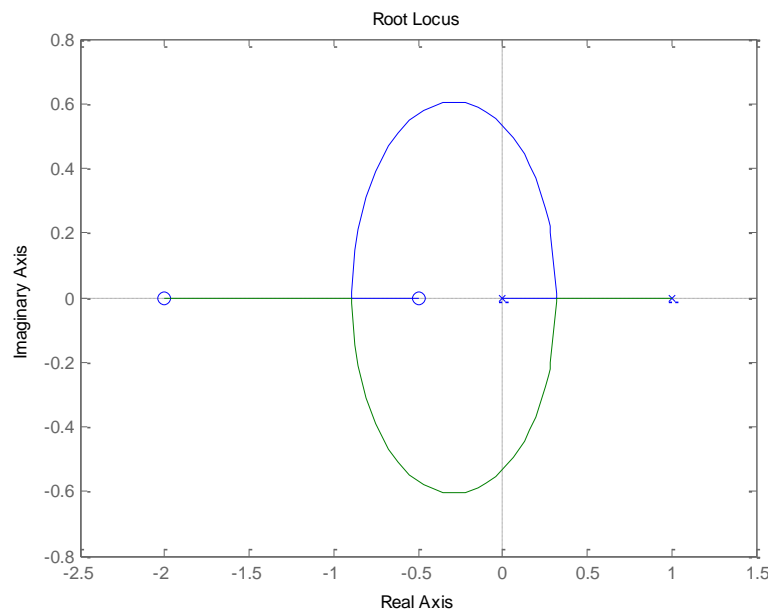
Ejercicio N° 6:



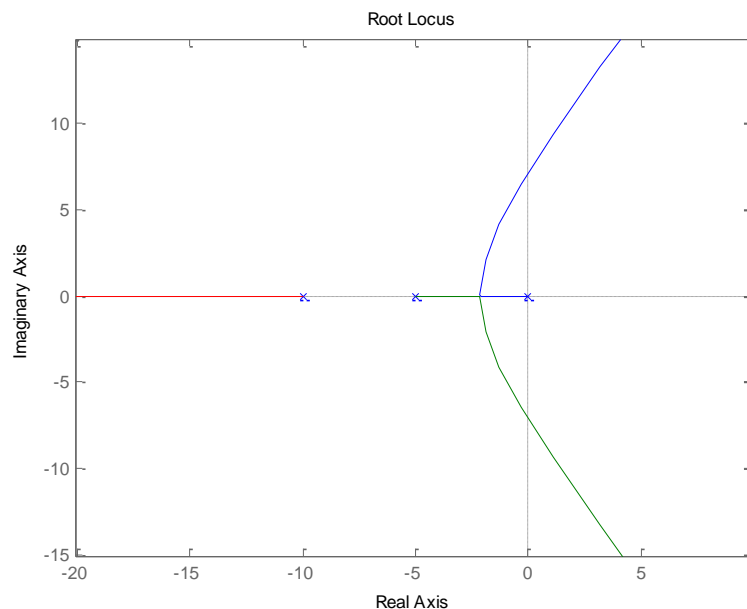
Ejercicio N° 7:



Ejercicio N° 8:



Ejercicio N° 9:



3. RESOLUCIÓN POR SOFTWARE

3.1. Obtener y graficar el Lugar Geométrico de las Raíces de las **ecuaciones características** de los siguientes ejercicios, detallando los pasos vistos en Teoría y utilizando el software **MatLab** o **SciLab**. En cada caso deberá especificar el software elegido para la resolución.

<p>Ejercicio N° 1:</p> $1 + \frac{K(s^4 + 10s^3 + 76s^2 + 344s - 1088)}{s^5 + 22s^4 + 184s^3 + 696s^2 + 263s - 5166} = 0$	<p>Ejercicio N° 2:</p> $1 + \frac{K(s^4 - s^3 - 13s^2 + 41s + 52)}{s^5 + 20s^4 + 151s^3 + 500s^2 + 600s} = 0$
<p>Ejercicio N° 3:</p> $1 + \frac{K(s^4 - 5s^3 - 63s^2 + 153s + 810)}{s^5 + 16s^4 + 105s^3 + 206s^2 - 976s} = 0$	<p>Ejercicio N° 4:</p> $1 + \frac{K(s^3 + 11s^2 + 57s + 203)}{s^5 + 10s^4 - 100s^3 - 1000s^2 - 576s + 5760} = 0$
<p>Ejercicio N° 5:</p> $1 + \frac{K(s^3 + 15s^2 + 206,8s - 222,8)}{s^5 - 35s^3 + 110s^2 - 276s - 2520} = 0$	<p>Ejercicio N° 6:</p> $1 + \frac{K(s^4 + 12s^3 + 30s^2 - 36s - 160)}{s^5 + 26s^4 + 196s^3 + 216s^2 - 1440s} = 0$

3.2. Obtener y graficar el Lugar Geométrico de las Raíces partiendo de los **polos** y **ceros** de lazo abierto dados en los siguientes ejercicios, detallando los pasos vistos en Teoría y utilizando el software **MatLab** o **SciLab**. En cada caso deberá especificar el software elegido para la resolución.

<p>Ejercicio N° 1:</p> <p>Ceros: $-1+3j$; $-1-3j$; -6 Polos: 6; 2; -5; -7; -10</p>	<p>Ejercicio N° 2:</p> <p>Ceros: $-1+6j$; $-1-6j$; 3 Polos: $-2+3j$; $-2-3j$; 2; $-3,5$; -7</p>	<p>Ejercicio N° 3:</p> <p>Ceros: 0; 2 Polos: -1; $-2,5+3j$; $-2,5-3j$</p>
<p>Ejercicio N° 4:</p> <p>Ceros: $-4-7j$; $-4+7j$; -7 Polos: $1-2j$; $1+2j$; 0; -3; -6</p>	<p>Ejercicio N° 5:</p> <p>Ceros: $-5+8j$; $-5-8j$; 0; 6 Polos: 0; -2; 3; -5; 7</p>	<p>Ejercicio N° 6:</p> <p>Ceros: $-5+7j$; $-5-7j$; 6; -5 Polos: $-8-3j$; $-8+3j$; 2; -2; -6</p>
<p>Ejercicio N° 7:</p> <p>Ceros: -2; 3; 7; -8 Polos: $-2-8j$; $-2+8j$; -1; 5; -8</p>	<p>Ejercicio N° 8:</p> <p>Ceros: $-7+2j$; $-7-2j$; 6 Polos: -1; -3; $-2,5$; $2,5$; 4</p>	<p>Ejercicio N° 9:</p> <p>Ceros: -1; -4; 6 Polos: $-6-j$; $-6+j$; -2; 5; -6</p>