

Prática 5 – Lugar geométrico das raízes

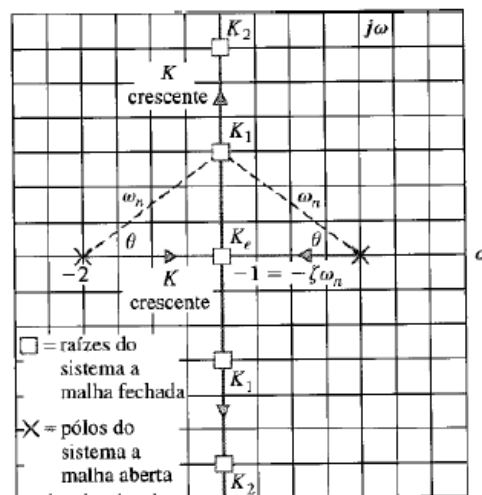
1. Objetivos:

- Utilizar a ferramenta lugar das raízes para projetar um controlador K .
- Utilizar a ferramenta lugar das raízes para verificar a sensibilidade de um sistema a variação de um parâmetro.

2. Lugar geométrico das raízes

O Lugar Geométrico das Raízes (L.G.R.) é um gráfico construído a partir do conhecimento dos polos e zeros do sistema em malha aberta. Tomando o ganho como parâmetro, o L.G.R. é o conjunto dos pontos no plano complexo que correspondem aos polos do sistema em malha fechada. É o caminho das raízes da equação característica traçado no plano s à medida que um parâmetro do sistema é alterado.

Para utilizar essa técnica no Matlab utilizamos o comando `rlocus()`.



3. Sensibilidade e o lugar geométrico das raízes

A técnica do lugar das raízes é um método gráfico de esboçar, no plano- s , o lugar geométrico das raízes à medida que um parâmetro é variado. O método do lugar das raízes fornece ao engenheiro um a medida da sensibilidade das raízes do sistema a uma variação de um parâmetro sob consideração.

A sensibilidade da raiz de um sistema $T(s)$ pode ser definida como:

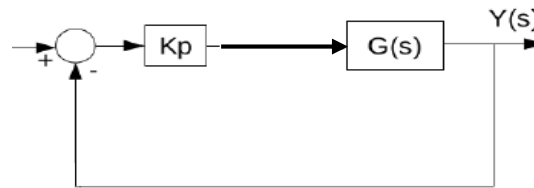
$$S_K^{r_i} = \frac{\partial r_i}{\partial K/K}$$

Sendo r_i a i -ésima raiz do sistema. A sensibilidade da raiz $S_K^{r_i}$ pode ser calculada na raiz $-r_i$ examinando-se o contorno do lugar geométrico das raízes (LGR) para o parâmetro K variando. Então, tem-se:

$$S_K^{r_i} \approx \frac{\Delta r_i}{\Delta K/K}$$

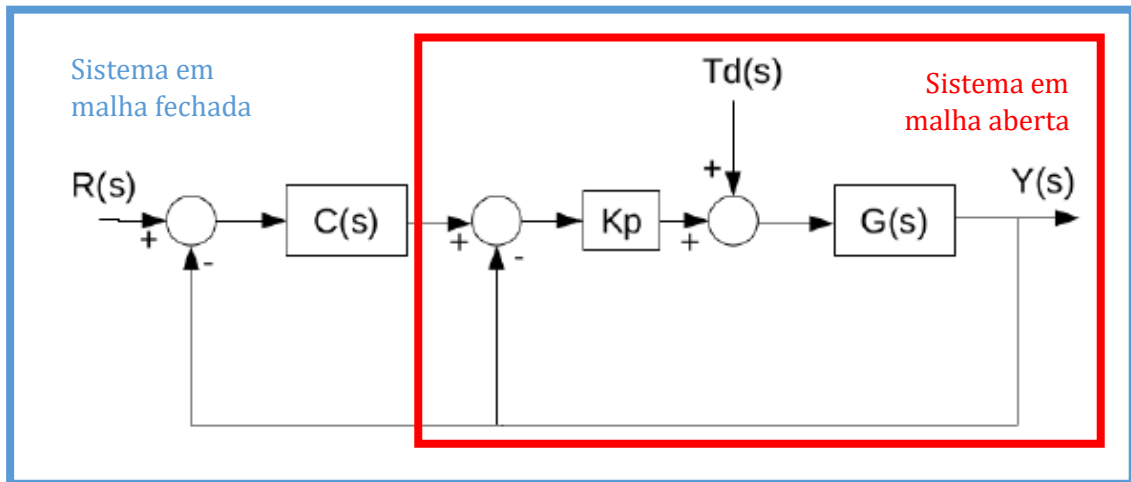
Atividades:

1. Faça o lugar das raízes para os sistemas de primeira, terceira e sexta ordens. Observando o resultado apresentado, proponha valores para o controlador proporcional, feche a malha com o mesmo no Simulink (como mostra a imagem abaixo) e compare os resultados obtidos dos sistemas reais com os sistemas simulados.



Dados para a questão 2:

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 1}, C(s) = K * \frac{0.25s^2 + 0.5s + 1}{s(0.25s + 1)} \text{ e } Kp = 3 + \Delta Kp$$



2. Para o sistema de segunda ordem com ganho K_p , considerando inicialmente $\Delta K_p = 0$, projete o valor de K para que o sistema tenha $T_s \leq 2$ e $MUP \leq 20\%$. Para isso, utilize a equação da “malha aberta” (H_{ma}) multiplicado pelo controlador, primeiramente sem o valor de K , trace o lugar das raízes e analise um valor de K que satisfaça o que é pedido.

Após isso, no simulink, inclua o valor de K encontrado, feche a malha como mostrado na figura acima e verifique o resultado por simulação e experimento.

3. Faça um estudo sobre a sensibilidade das raízes para variação de 50% de K_p , ou seja, $\Delta K_p = 1.5$, tanto para malha aberta quanto para malha fechada. Para a malha fechada, utilize o valor de K determinado na atividade 2.

Verifique e comente os resultados a partir de simulações e experimentos, simule e compare os sistemas reais e experimentais com os diferentes valores de K_p .

Obs.: caso seja verificado em simulação que o valor proposto para ΔK_p ultrapassa os valores limites do sinal de controle, ajuste o valor dessa variável para que não se tenha saturação do sinal de controle.