

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE

Alunos: Carlos Bruno O. Lopes – 20510297

Delcio Canuto Junior – 20410290

Thiago de Souza Fernandes – 20510289

Thiago da Silva Moraes - 20210484

LAB 09-Determinação de um controle PI de um sistema

Objetivos:

Fazer a análise do sistema usando controlador PI no Matlab

1ª) Questão

$$G(s) = \frac{10}{(s+10)(s+1)}$$

Especificação

$$\zeta = 0,6$$

$$E=0$$

$$T1 < 4s$$

Estratégia PI ou PID

$$C(s) = K_1 + \frac{K_2}{s}$$

$$e_{ss} = \frac{1}{1 + K_p}$$

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} C(s)G(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K_1 s + K_2}{s} * \frac{10}{(s+10)(s+1)} = \infty$$

$$K_p = \infty$$

$$e_{ss} = 0$$

Transitório

$$\Delta s = 1 + C(s)G(s) = 0$$

$$1 + \left(K_1 + \frac{K_2}{s} \right) \frac{10}{(s+10)(s+1)} = 0$$

1) Para $K_2 = 0$

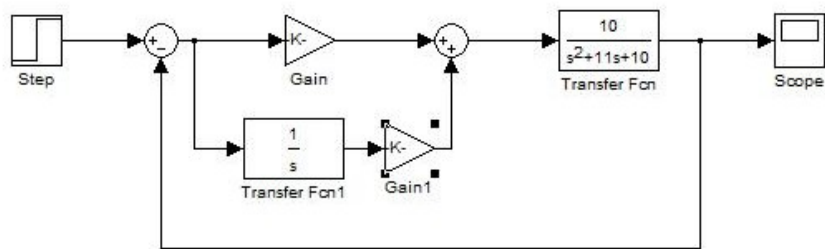
$$\Delta s = 1 + K_1 \frac{10}{(s+10)(s+1)} = 0$$

2) Para $K_2 \neq 0$ e $K_1 = cte$

$$\Delta s = 1 + \left(K_1 + \frac{K_2}{s} \right) \frac{10}{(s+10)(s+1)}$$

$$s(s+10)(s+1) + 10K_1s + 10K_2 = 0$$

A planta a seguir foi onde jogamos as funções de transferências e os ganhos para obtermos os resultados pedidos.



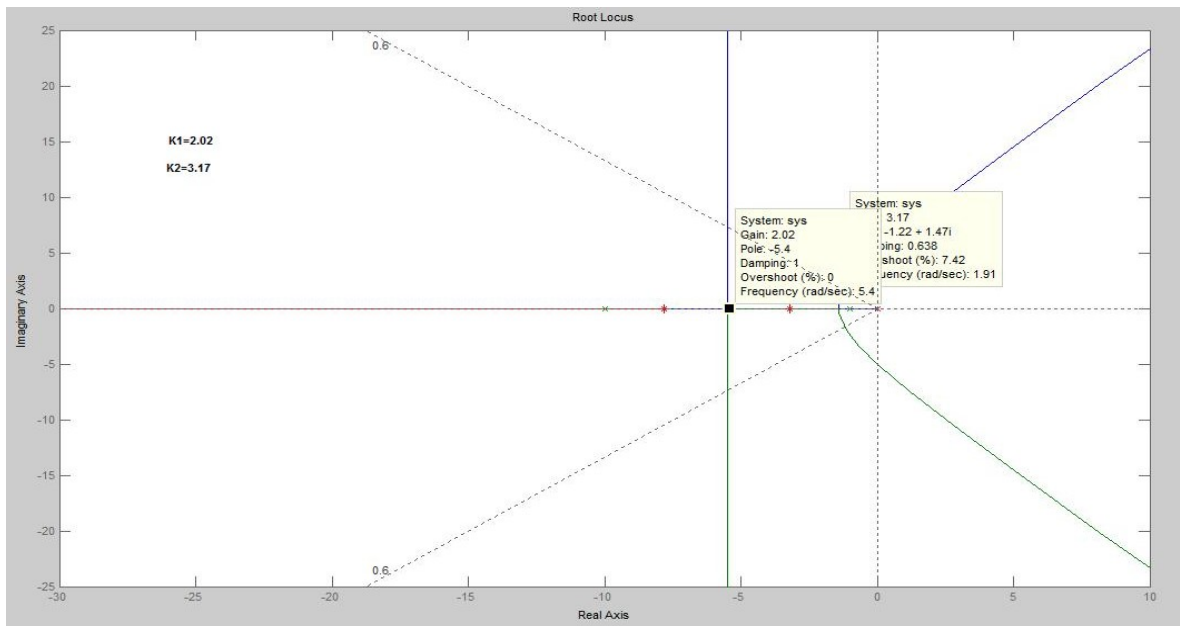
Código de K1 e K2:

```
N1 = 10;
D1 = conv([1 10],[1 1]);

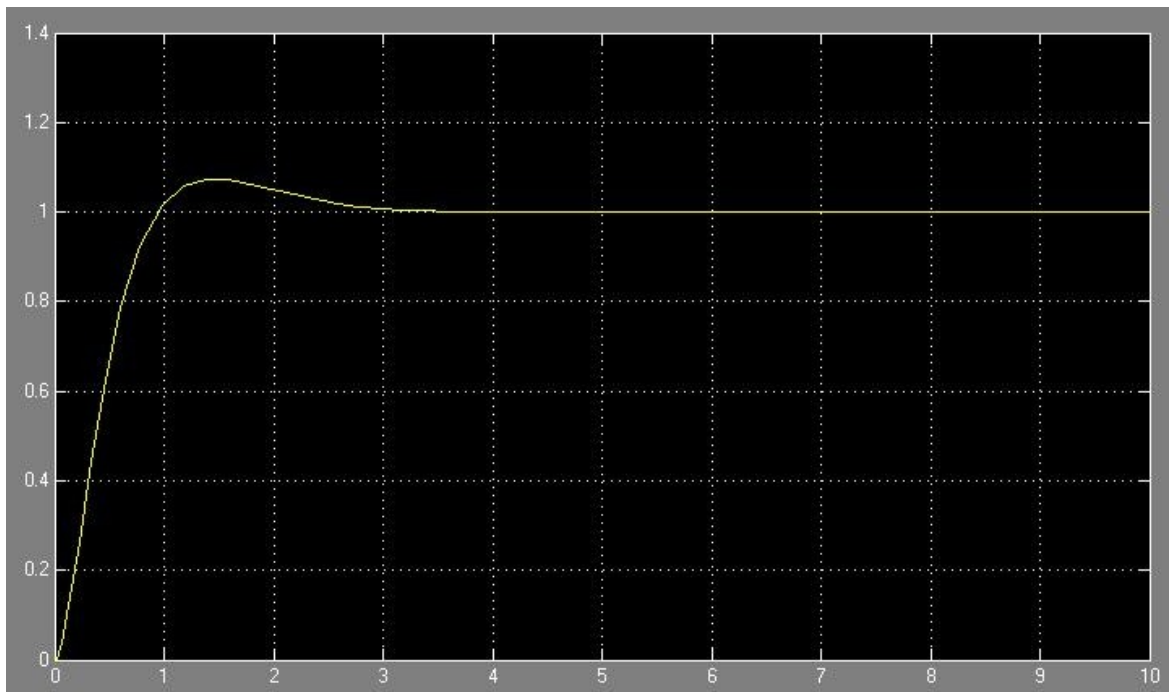
rlocus(N1,D1);
sgrid(0.6,0);
hold on
K1 = rlocfind(N1,D1);

N2 = 10;
D2 = conv([1 0],[1 11 10+10*K1]);
hold on
rlocus(N2,D2);
```

Com esse código, traçamos primeiramente o Root Locus para determinarmos o valor de $k_1=2.02$, em seguida, traçamos o Root Locus 2 com hold on para obtermos os 2 root locus juntos como mostrados a seguir e determinamos o valor de $k_2=3.17$ em cima da linha de zeta.



Root locus 1 e Root locus 2 traçados juntos com o hold on com seus respectivos ganhos jogados no sistema para resultar na saída a seguir.



Saída com ts de aproximadamente 3.75s e overshoot de aproximadamente 7,5%.

2ª) Questão

$$G_2(s) = \frac{10}{\left(s + \frac{1}{4}\right)^2 + 4}$$

É utilizado um circuito visto abaixo para estabilizar o sistema

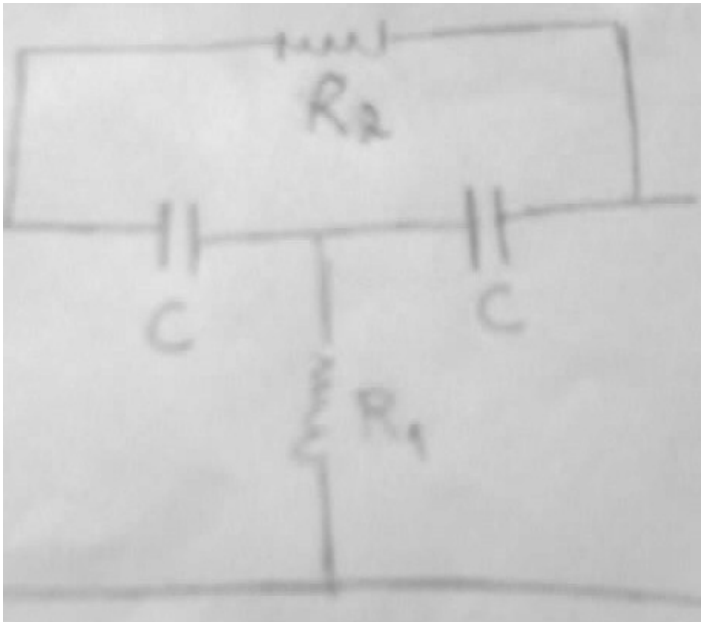
I Opção R_2C fixo

$$C(s) = \frac{1 + 2R_2Cs + R_1R_2C^2s^2}{1 + (R_2 + R_1)s + R_1R_2C^2s^2}$$

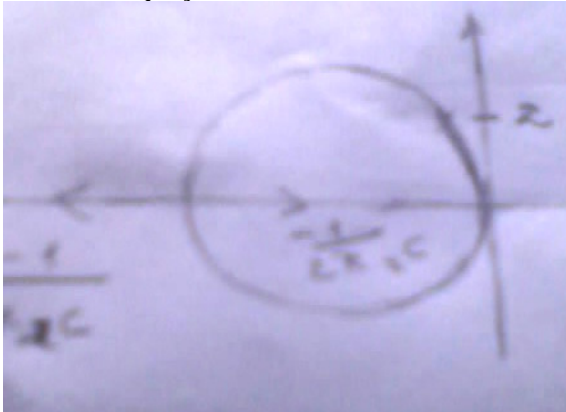
$$\Delta_1(s) = 1 + 2R_2Cs + R_1R_2C^2s^2 = 0$$

$$1 + R_1R_2C^2 \frac{s^2}{1 + 2R_2Cs} = 0$$

$$1 + \frac{2}{R_1C} \cdot \frac{s + \frac{1}{2R_1C}}{s^2}$$



Usando a equação da circunferência



$$\left(x + \frac{1}{2R_1C}\right)^2 + (y - c)^2 = \left(\frac{1}{2R_1C}\right)^2$$

$$\left|\frac{2}{R_1C}\right| = \frac{\left|-\frac{1}{4} + j2\right|^2}{\left|-\frac{1}{4} + j2 + 8,12\right|} = \frac{\frac{1}{16} + 4}{\sqrt{7,89^2 + 4}} = 0,5007$$

$$R_1C = \frac{2}{0,5007} \cong 4$$

$$C(s) = \frac{1 + (2 \cdot 0,0615)s + (0,0615 \cdot 4)s^2}{1 + (0,0615 + 2 \cdot 4)s + (0,0615 \cdot 4)s^2}$$

II Opção R_1C fixo

$$\frac{1}{R_2} + 2Cs + R_1C^2s^2 = 0$$

$$1 + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1C^2 \left(s + \frac{2}{R_1C}\right)s}$$

$$\frac{1}{R_1C} = \frac{1}{4}$$

$$R_1C = 4$$

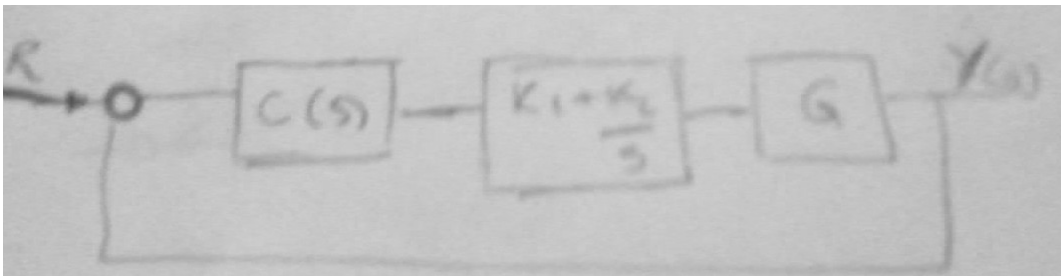
$$\left|\frac{1}{R_2R_1C^2}\right| = \frac{|-0,25 + j2| \cdot |-0,25 + j2 + 0,5|}{1}$$

$$\frac{1}{R_2 C \cdot 4} = \frac{1}{16} + 4$$

$$R_2 C = 0,0615$$

$$C(s) = \frac{s^2 + 0.55s + \frac{1}{0.2460}}{s^2 + \frac{0.0615}{0.2460}s + \frac{1}{0.2460}}$$

$$C(s) = \frac{(s + 0.25 + j2)(s + 0.25 - j2)}{(s + 32.64)(s + 0.12)}$$



A seguir colocamos outra função de transferência para mudarmos os pólos que causam a instabilidade do sistema.

A primeira função de transferência dava instável, então foi feita uma outra função de transferência matando os 2 pólos que causavam a instabilidade e colocou outros 2 pólos para ficar estável.

$G(s)2=?$

$N3 = 10;$

$D3 = \text{conv}([1 \ 32.64], [1 \ 0.12]);$

$\text{rlocus}(N3, D3);$

$\text{sgrid}(0.6, 0);$

hold on

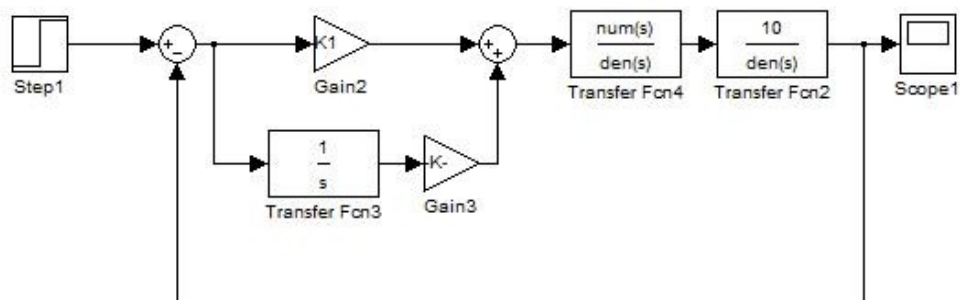
$K1 = \text{rlocfind}(N3, D3);$

$N4 = 10;$

$D4 = [1 \ 32.76 \ 3.91 + 10 * K1 \ 0];$

hold on

$\text{rlocus}(N4, D4);$



Sistema simulado no Simulink

Function Block Parameters: Transfer Fcn4

Transfer Fcn

The numerator coefficient can be a vector or matrix expression. The denominator coefficient must be a vector. The output width equals the number of rows in the numerator coefficient. You should specify the coefficients in descending order of powers of s.

Parameters

Numerator coefficient:
[1 0.5 65/16]

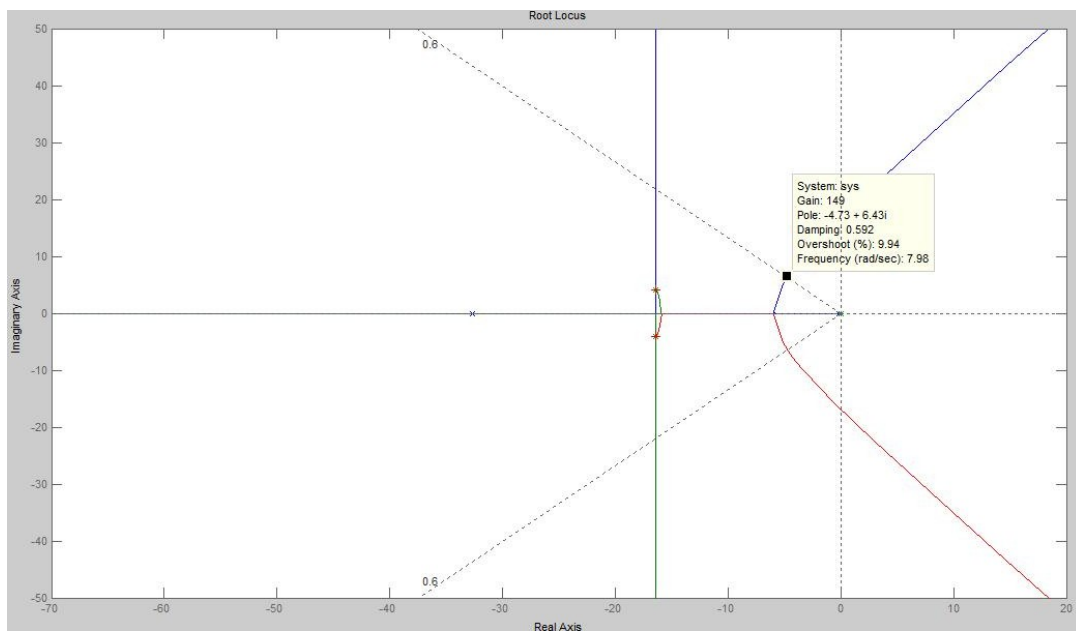
Denominator coefficient:
[1 819/25 2448/625]

Absolute tolerance:
auto

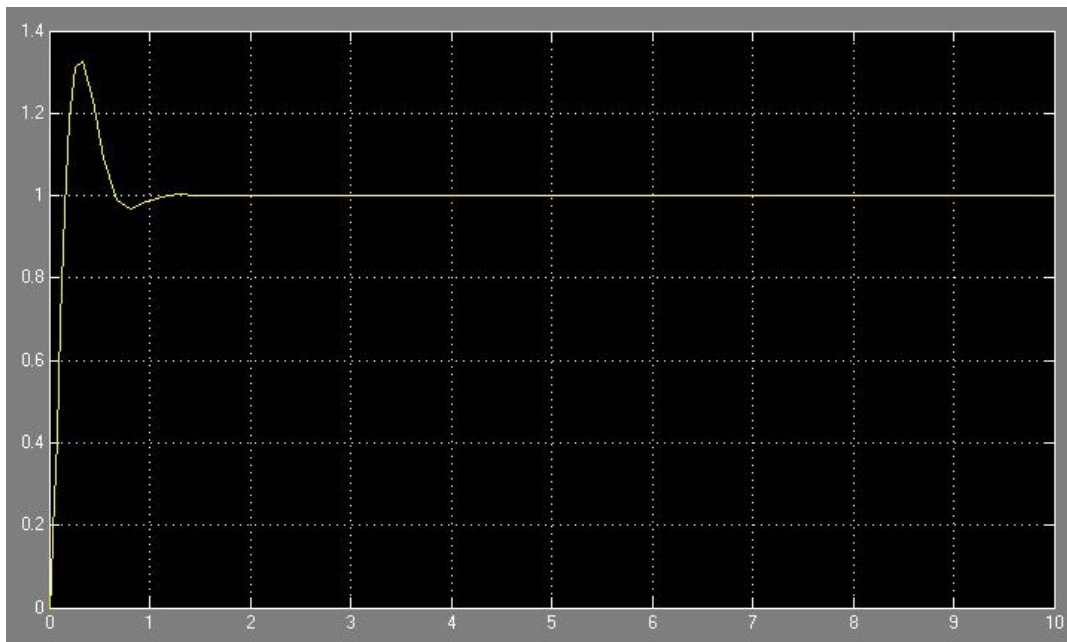
State Name: (e.g., 'position')
"

OK Cancel Help Apply

Bloco de Função de Transferência do Matlab



Root locus da função



Sinal de saída gerado no simulink

Saída com t_s de aproximadamente 1.45s e overshoot de aproximadamente 30%, com ganho k_1 sendo k_1 e k_2 determinado pelo root locus como 149.

O t_s da primeira função de transferência usando PI deu maior que o segundo mais o overshoot em porcentagem da primeira função deu bem menor que a função de transferência acima.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.