## UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

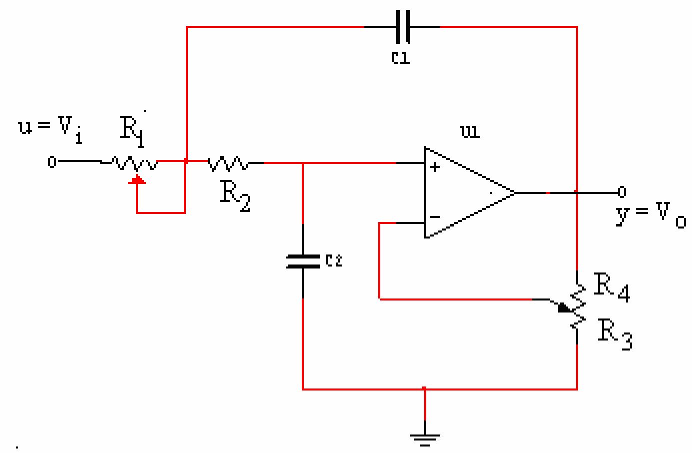
DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE

**ENSAIO 08: ESTABILIDADE**

**OBJETIVOS:**

1. Entender os conceitos de estabilidade e determinar limites de estabilidade
2. Conhecer as ferramentas rlocus e rltool
3. Observar os efeitos de pólos e zeros no lugar das raízes.
4. Caracterizar o comportamento dinâmico de sistemas de 2ª ordem
5. Determinar o overshoot, tempo de acomodação, tempo de atraso e tempo de subida.

**Formulação do Problema:**
Investigar o comportamento transitório de um filtro ativo passa-baixa de 2ª ordem Butterworth . Os modelos de estados e função de transferência são dados abaixo.




Potenciômetro P1 = 50 KΩ

Potenciômetro P2 = 10 KΩ

$C_1 = C_2 = 250$ nF
$R_2$=60 KΩ

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -\dfrac{1}{R_1C_1} - \dfrac{1}{R_2C_1} & \left(1+\dfrac{R_4}{R_3}\right)\dfrac{1}{R_1C_1} + \dfrac{R_4}{R_3}\cdot\dfrac{1}{R_2C_1} \\ -\dfrac{1}{R_2C_2} & \dfrac{R_4}{R_3}\cdot\dfrac{1}{R_2C_2} \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} -\dfrac{1}{R_1C_1} \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1+\dfrac{R_4}{R_3} \end{bmatrix} x(t)$$

$$G(s) = \left(1+\frac{R_4}{R_3}\right)\frac{\dfrac{1}{R_1C_1R_2C_2}}{s^2 + \left(\dfrac{1}{R_1C_1} + \dfrac{1}{R_2C_1} - \dfrac{R_4}{R_3}\cdot\dfrac{1}{R_2C_2}\right)s + \dfrac{1}{R_1C_1R_2C_2}}$$

1ª) Considere que no filtro acima $K = \frac{R_4}{R_3}$ e ajuste P1 de modo que $R_1$ =40 KΩ $R_2$= 60 KΩ .

a) Simule para uma entrada degrau unitário para os valores de K dados da tabela e determine os demais valores da tabela.

| K | Overshoot | Tempo de subida | Tempo de acomodação | Taxa de amortecimento | Freqüência amortecida | $w_n$ | Ganho DC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | |
| 0.5 | | | | | | | |
| 1,0 | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | |

b) Ajuste P2 de modo que $R_3$ =$R_4$= 5 KΩ .

| $R_1$ KΩ | Overshoot | Tempo de subida | Tempo de acomodação | Taxa de amortecimento | Freqüência amortecida | $w_n$ | Ganho DC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | |

Qual a influência de K no comportamento do sistema?

b) Para que valores de K o sistema tem pólos complexos? Use o rlocus para determinar o lugar das raízes do polinômio característico.
c) Para que valores de K o sistema é estável? Simule para o K limite . Qual o tipo de comportamento.

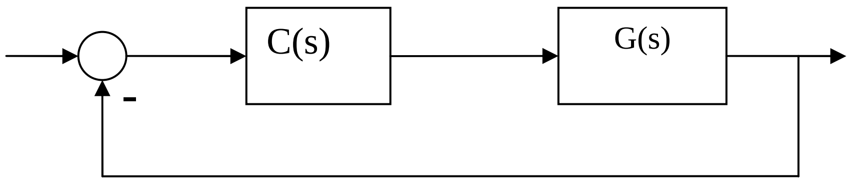
Qual a influência de $R_1$ no comportamento do sistema?

d) Para que valores de $R_1$ o sistema tem pólos complexos? Use o rlocus para determinar o lugar das raízes do polinômio característico.

2ª) Um sistema de controle é mostrado abaixo . A função de transferência e o controlador são dados por: $G(s) = \frac{1}{s^2}$ e $C(s) = K\frac{s+a}{s+6}$ Os pontos de possíveis bifurcações do root locus são dados por $2s^2 + (3a+6)s + 12a = 0$ .

a) Simule o sistema usando a ferramenta rltool. Defina a planta e o controlador com a = 12 como funções de transferências no matlab. No rltool importe a planta para G e o controlador para C. Desloque o zero do controlador em direção a origem.
b) Que tipos de mudanças qualitativas ocorrem no root locus?. Quais os valores que ocasionam as mudanças qualitativas? Mostre os gráficos obtidos.
c) Quais os valores de K e **a** de modo que o sistema em malha fechada tem um pólo triplo.
d) Posicione o zero do controlador em torno de -10. Acrescente mais um zero em torno de -2. Qual o efeito causado. Retire o zero e acrescente um pólo em torno de -2 qual o efeito causado.
e) Faça conclusões sobre os efeitos da adição de pólos e zeros.

3ª) Um sistema de controle é mostrado abaixo.




As funções de transferências da planta e do controlador são dadas por:

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)(s^2+6s+13)} \qquad C(s) = K$$

a) Trace o root locus no matlab
b) Para que valores de K o sistema é estável?
c) Qual o K para $\zeta = 0,707$ ? Qual o erro ao degrau para este valor de K?
d) Qual o erro ao degrau e a para K=5 e K=150