EA721 - Tarefa 5

Rodrigo Seiji Piubeli Hirao (186837)

19 de setembro de 2021

Conteúdo

1 Exercício 01 **2**
- 1.a a) 2
- 1.b b) 2
- 1.c c) 2

2 Exercício 02 **3**

1 Exercício 01

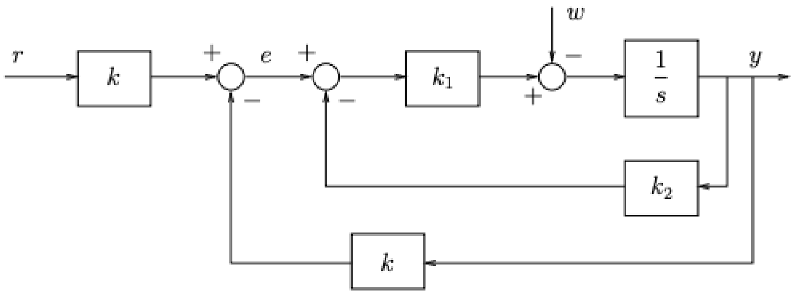

Figura 1: Sistema de controle em malha fechada

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{k_1 k_2}{s + kk_1 + k_1 k_2} \tag{1}$$

$$\frac{Y(s)}{\Omega(s)} = \frac{-1}{s + kk_1 + k_1 k_2} \tag{2}$$

1.a a)

O sistema possui uma equação característica de

$$s + (kk_1 + k_1 k_2) = 0 \tag{3}$$

O que evidencia $s = -k_1(k + k_2)$, logo $-k_1(k + k_2) \geq 0$ ou

$$k_1(k + k_2) \leq 0 \tag{4}$$

1.b b)

Escolhendo

$$\begin{cases} k = 1 \\ k_1 = -1 \\ k_2 = 2 \end{cases} \tag{5}$$

Temos

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2}{s+1}$$

$$\frac{Y(s)}{\Omega(s)} = \frac{-1}{s+1}$$

Assim a saída em regime permanente de $\frac{Y(s)}{R(s)}$ para uma entrada de referência r degrau unitário ($R(s) = \frac{1}{s}$) é

$$\lim_{s \to 0} sR(s)\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2}{0+1} = 2$$

1.c c)

E para um distúrbio ω degra unitário

$$\lim_{s \to 0} sR(s)\frac{Y(s)}{\Omega(s)} = \frac{-1}{0+1} = -1$$

2 Exercício 02

Temos o stistema 1-GDL da equação 06

$$\begin{cases} C(s) = k \\ P(s) = \frac{(s+1)^2}{s(s^2+1)} \\ F(s) = 2s+1 \end{cases} \tag{6}$$

Que possui a equação característica 07

$$1 + C(s)P(s)F(s) = 0$$

$$1 + k\frac{(s+1)^2}{s(s^2+1)}(2s+1) = 0$$

$$1 + k\frac{2s^3+5s^2+4s+1}{s^3+s} = 0$$

$$(2k+1)s^3 + (5k)s^2 + (4k+1)s + k = 0 \tag{7}$$

Que possui o Array de Routh da Figura 02 a seguir

$$\begin{array}{c|cc} s^3 & 1 & \frac{4k+1}{2k+1} \\ s^2 & \frac{5k}{2k+1} & \frac{1}{2k+1} \\ s^1 & \text{c} & 0 \\ s^0 & \text{d} & \end{array}$$

Figura 2: Array de Routh do sistema 06

Onde

$$c = \frac{\frac{5k(4k+1)}{(2k+1)^2} - \frac{1}{(2k+1)}}{\frac{5k}{(2k+1)}} = \frac{5k(4k+1) - (2k+1)}{5k(2k+1)} = \frac{20k^2+3k-1}{10k^2+5k}$$

$$d = \frac{1}{2k+1}$$

Como pode ser visto na figura 03, com $k = 1$, não há troca de sinal, logo o sistema é não possui raízes com parte real positiva, logo, ele é estável.

$$\begin{array}{c|cc} s^3 & 1 & \frac{5}{3} \\ s^2 & \frac{5}{3} & \frac{1}{3} \\ s^1 & \frac{22}{15} & 0 \\ s^0 & \frac{1}{3} & \end{array}$$

Figura 3: Array de Routh do sistema 06 com $k = 1$