

Guia de Prática: Tempo de Acomodação em Sistemas de Segunda Ordem

Laboratório de Teoria de Controle

September 22, 2025

1 Objetivos

- Observar a resposta de sistemas de segunda ordem a uma entrada degrau.
- Analisar os efeitos do fator de amortecimento (ζ) e da frequência natural (ω_n) sobre a resposta.
- Estimar o tempo de acomodação (t_s) visualmente para faixas de 2% e 5% do valor final e compará-lo com os valores teóricos.

2 Materiais e Ferramentas

- Computador com Python instalado.
- Bibliotecas Python: `control`, `matplotlib`, `numpy`.
- Editor de código (VS Code, Spyder, Jupyter Notebook, etc.).

3 Introdução

O **tempo de acomodação** (t_s) é o tempo que o sistema leva para se aproximar do valor final (estado estacionário), dentro de uma faixa de tolerância. As faixas mais comuns são 2% e 5% do valor final. Veja a Figura 1 da resposta em degrau unitário de um sistema de segunda ordem.

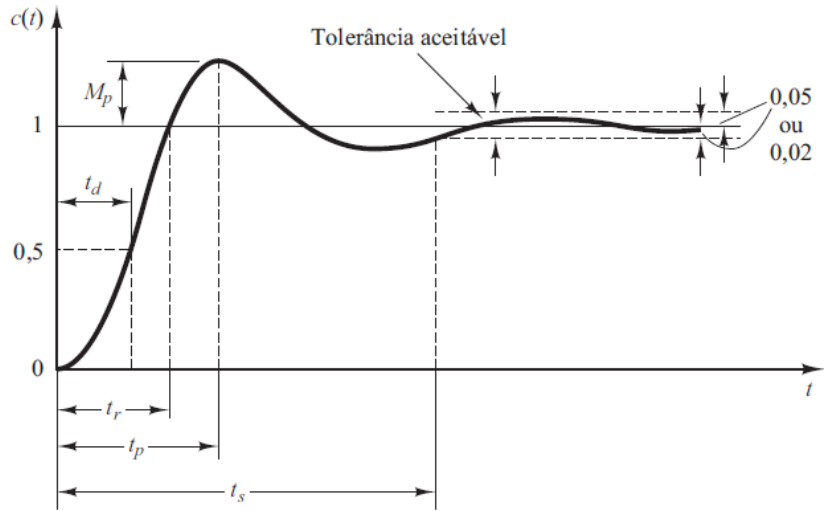


Figure 1: Resposta de um sistema de segunda ordem.

3.1 Sistemas de Segunda Ordem

Considere a função de transferência de um sistema de segunda ordem:

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}.$$

- ω_n : frequência natural do sistema.
- ζ : fator de amortecimento.

Fórmulas aproximadas do tempo de acomodação:

$$t_s \approx \begin{cases} \frac{4}{\zeta\omega_n} & \text{para faixa de 2\%} \\ \frac{3}{\zeta\omega_n} & \text{para faixa de 5\%} \end{cases}$$

Procedimento visual:

1. Simule ou plote a resposta ao degrau.
2. Observe o instante em que a saída entra e permanece dentro da faixa desejada (2% ou 5%) do valor final.
3. Esse tempo é o t_s .

4 Prática

Simule a resposta ao degrau unitário dos seguintes sistemas de segunda ordem e complete a tabela a seguir com ω_n , ζ , t_s teórico (2%) e t_s visual:

Sistema	Função de Transferência	ω_n	ζ	t_s Teórico	t_s Visual
1	$G_1(s) = \frac{25}{s^2+4s+25}$				
2	$G_2(s) = \frac{36}{s^2+6s+36}$				
3	$G_3(s) = \frac{49}{s^2+14s+49}$				
4	$G_4(s) = \frac{100}{s^2+1s+100}$				

Table 1: Comparação entre tempo de acomodação teórico e visual para sistemas de segunda ordem.