



TE055

Sistemas de primeira e segunda
ordem

Prof^a Juliana L. M. Iamamura

Polos e zeros da função de transferência

$$H(s) = K \frac{(s - z_1)(s - z_2) \dots (s - z_m)}{(s - p_1)(s - p_2) \dots (s - p_n)}$$

zeros

polos

Ganho da função de transferência

The diagram shows the transfer function $H(s) = K \frac{(s - z_1)(s - z_2) \dots (s - z_m)}{(s - p_1)(s - p_2) \dots (s - p_n)}$. The gain K is highlighted with an orange box and an arrow pointing to the text 'Ganho da função de transferência'. The numerator is enclosed in a red box with an arrow pointing to the text 'zeros'. The denominator is enclosed in a blue box with an arrow pointing to the text 'polos'.

Sistemas de 1ª ordem

O polo vale $p = -1/\tau$

$$K_1 = K_2\tau$$

$$G(s) = \frac{K_1}{1 + s\tau}$$

$$G(s) = \frac{K_2}{s + 1/\tau}$$

$$G(s) = \frac{K_2}{s - p}$$

Sistemas de 1ª ordem

$$G(s) = \frac{K_1}{1 + s\tau}$$

$$G(s) = \frac{K_2}{s + 1/\tau}$$

$$G(s) = \frac{K_2}{s - p}$$

O polo vale $p = -1/\tau$

$$K_1 = K_2\tau$$

$p < 0$:
sistema estável

Sistemas de 1ª ordem: resposta ao impulso

$$Y(s) = \frac{K_2}{s + 1/\tau}$$

$$y(t) = K_2 e^{-t/\tau}$$

$1/\tau > 0 \Rightarrow$ resposta ao impulso estável

$1/\tau < 0 \Rightarrow$ resposta ao impulso instável

Sistemas de 1ª ordem: resposta ao degrau

Resposta a um degrau de valor E:

$$U(s) = \frac{E}{s} \longrightarrow \boxed{G(s) = \frac{K_2}{s + 1/\tau}} \longrightarrow Y(s) = U(s)G(s)$$

$$Y(s) = \frac{K_1}{1 + s\tau} \frac{E}{s} \qquad y(t) = K_1 E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

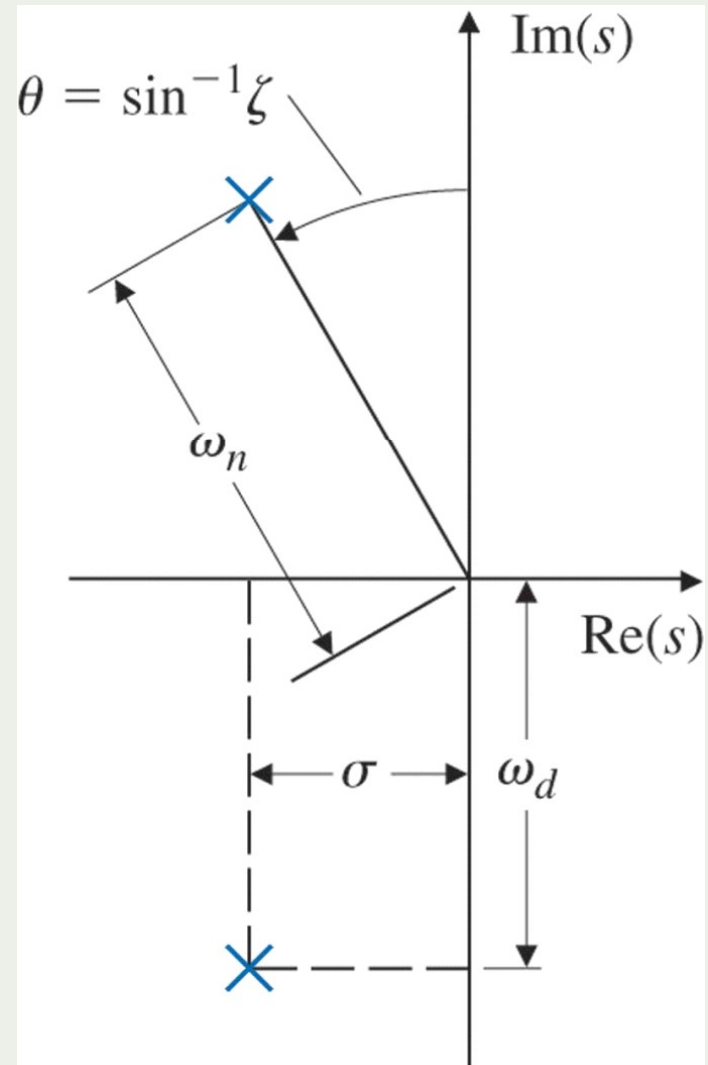
Sistemas de 2ª ordem

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

$$s = -\sigma \pm j\omega_d$$

$$\sigma = \zeta\omega_n$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$$



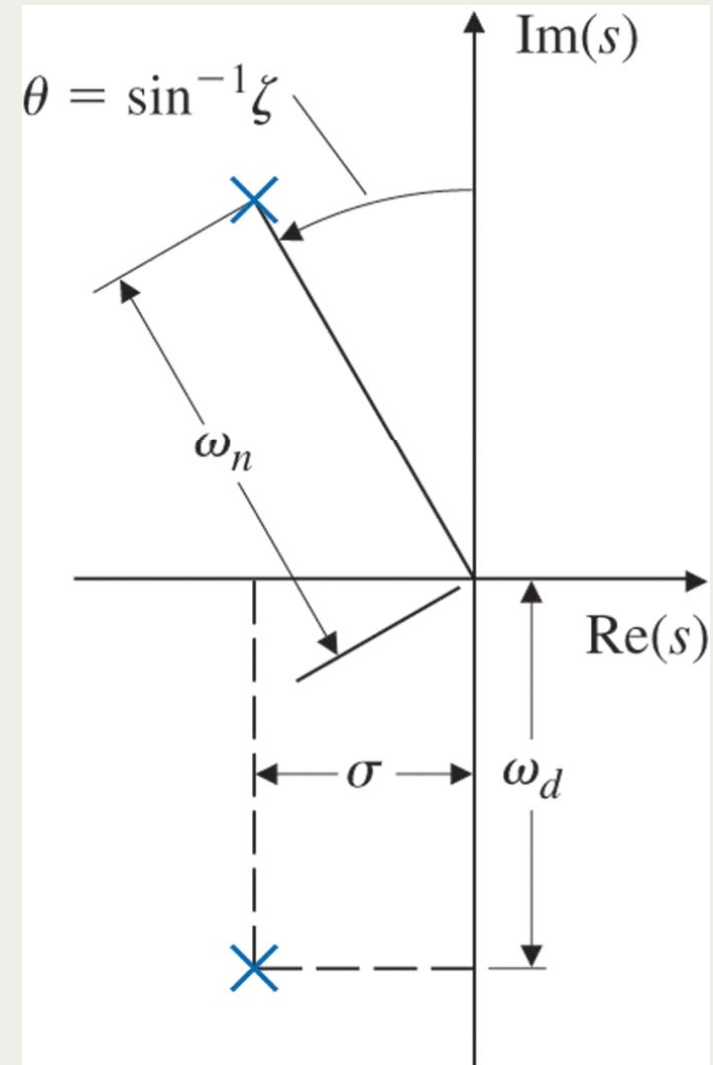
Sistemas de 2ª ordem

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

ζ = coeficiente de amortecimento

ω_n = frequência natural
não amortecida

ω_d = frequência natural de
oscilação



Sistemas de 2ª ordem

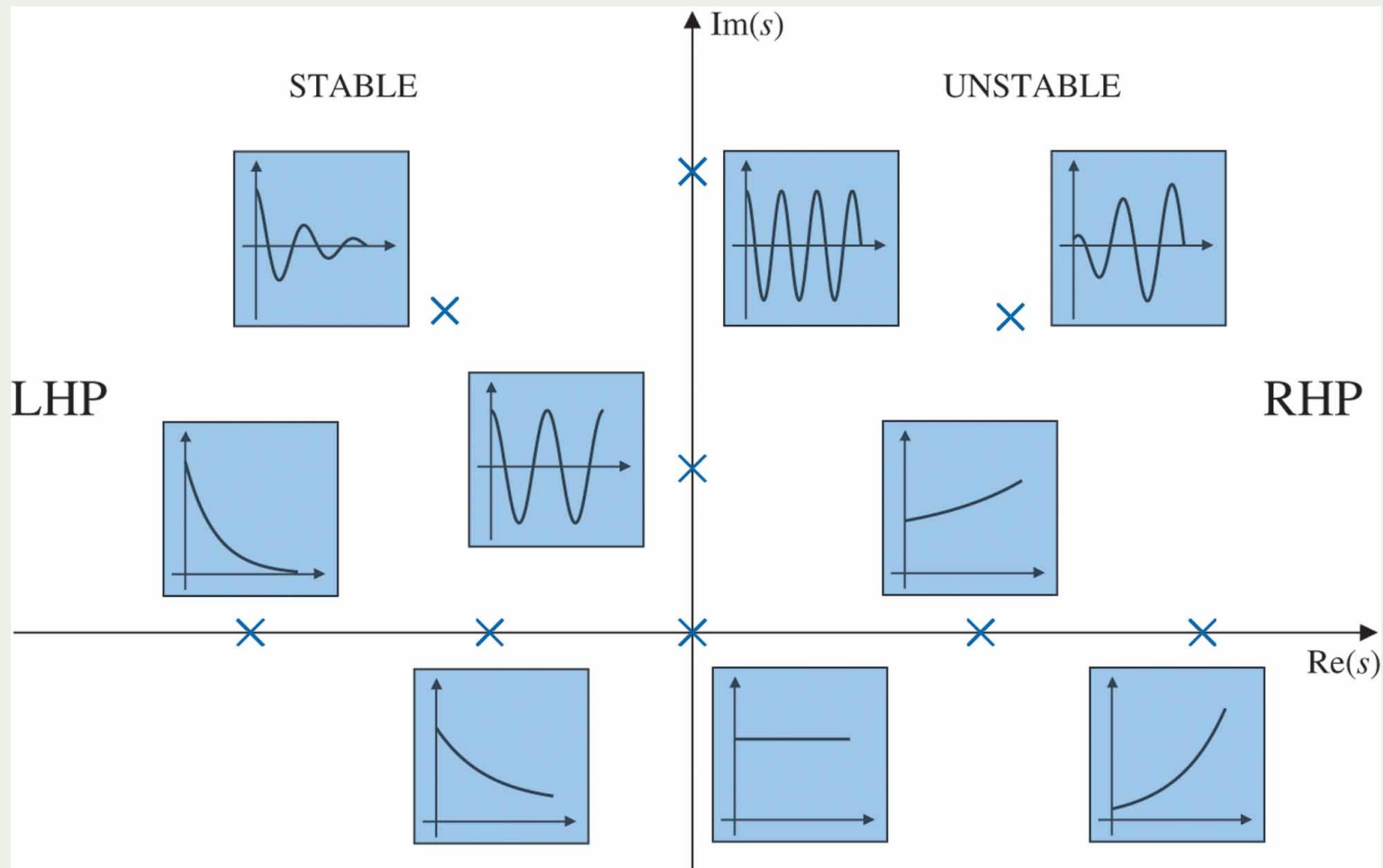


Figure 3.15 Time functions associated with points in the s-plane (LHP, left half-plane; RHP, right half-plane)

Fonte: G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini, "Sistemas de Controle para Engenharia", 6ª Ed., Prentice-Hall, 2009