TE055

Sistemas de primeira e segunda ordem

Profª Juliana L. M. Iamamura

Polos e zeros da função de transferência

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

zeros

polos

Ganho da função de transferência

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 $p = -1/\tau$

$K_1 = K_2\tau$

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

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

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

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

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

Sistemas de 1ª ordem: resposta ao degrau

Resposta a um degrau de valor E:

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

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

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

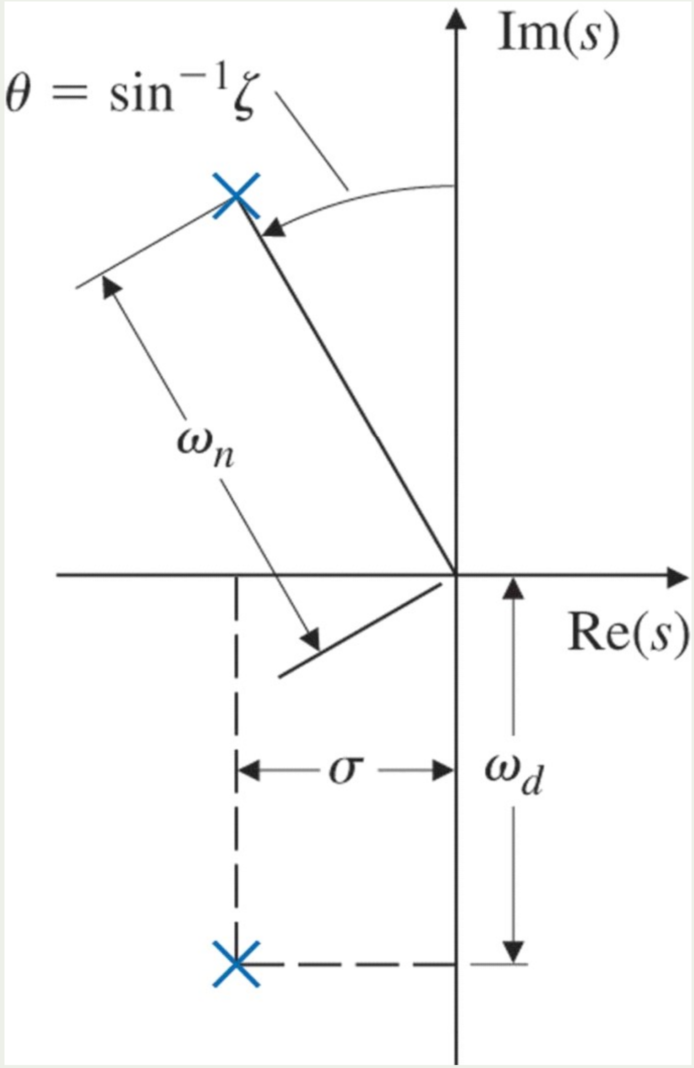
Sistemas de 2ª ordem

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

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

$$\sigma=\zeta\omega_n$$

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



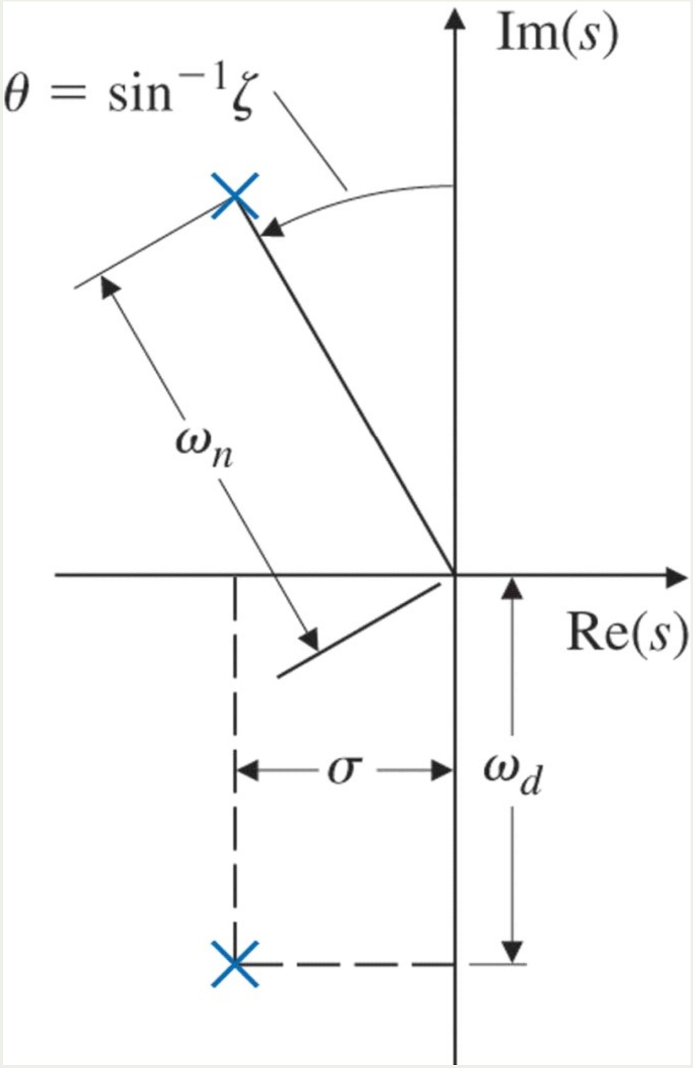
Sistemas de 2ª ordem

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

ζ = coeficiente de amortecimento

ω_n = frequência natural não amortecida

ω_d = frequência natural de oscilação



Sistemas de 2ª ordem

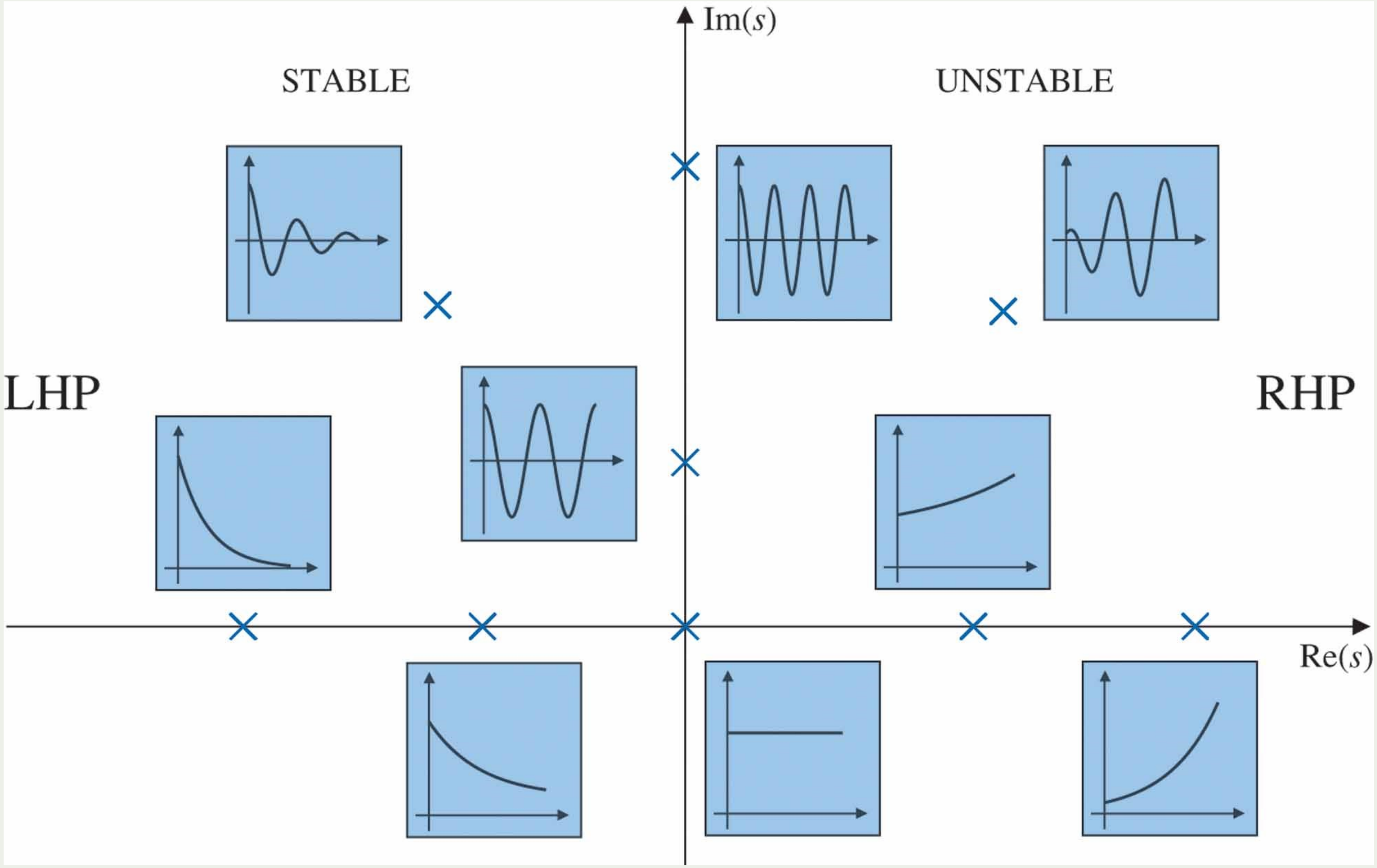


Figure 3.15 Time functions associated with points in the *s*-plane (LHP, left half-plane; RHP, right half-plane)

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