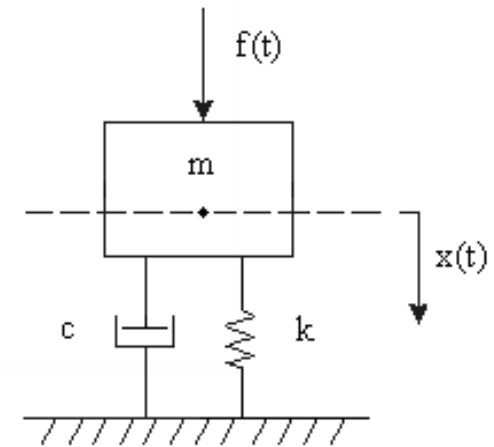
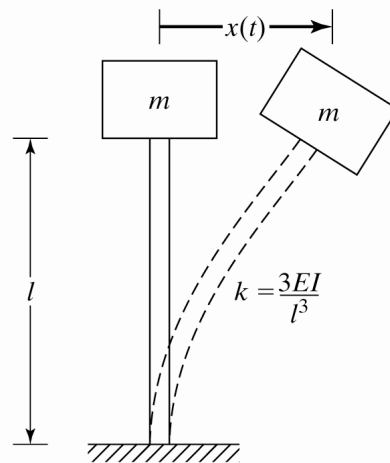
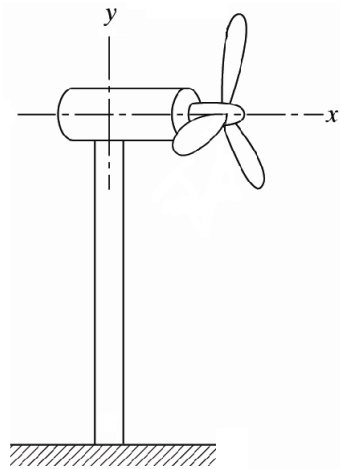


ATUALIZAÇÃO DE MODELO

DEFINIÇÃO

processo de ajuste de parâmetros de um modelo para que suas previsões estejam de acordo com resultados de medições experimentais (via de regra, MEF/AME).



Sistema: (a) ilustração (Rao, 2009); (b) idealização (Inman, 2008); (c) modelo analítico.

→ modelo matemático: $m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = f(t)$;

→ implementação computacional de modelo via Compose ou Activate.

PARÂMETROS DE INTERESSE

Frequência Natural

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (rad/s)} \quad \text{ou} \quad f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (Hz)}$$

Razão de Amortecimento

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2m\omega_n} = \frac{c}{2\sqrt{mk}}$$

→ parâmetros passíveis de determinação experimental (estimação).

Modelo Matemático Associado

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = f(t)$$

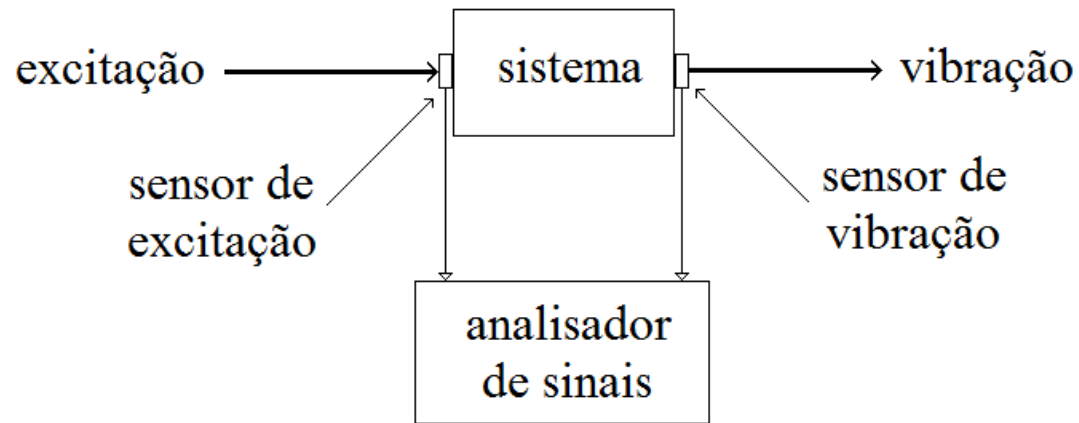
↓

$$\ddot{x}(t) + \frac{c}{m}\dot{x}(t) + \frac{k}{m}x(t) = \frac{1}{m}f(t)$$

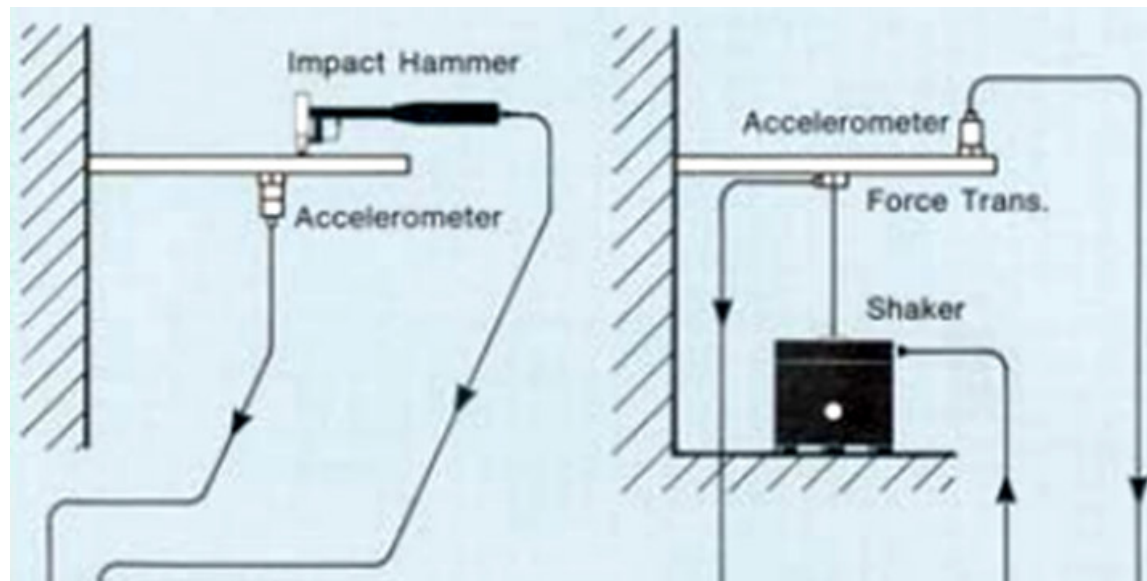
↓

$$\ddot{x}(t) + 2\zeta\omega_n\dot{x}(t) + \omega_n^2x(t) = \frac{1}{m}f(t)$$

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

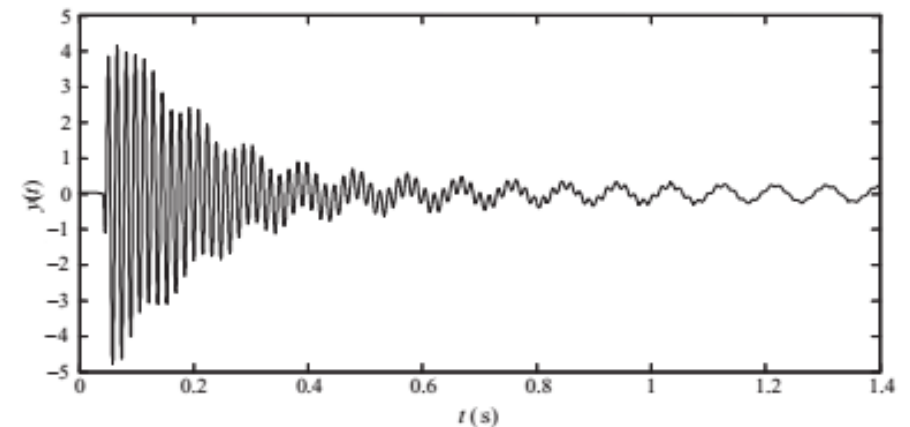
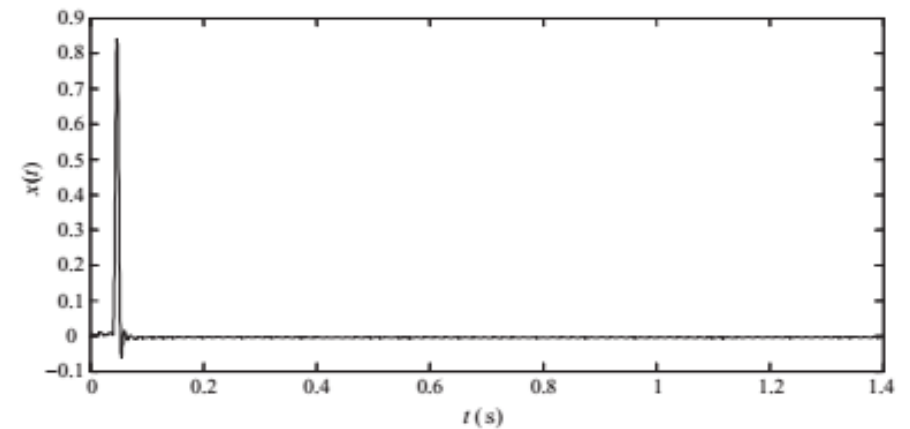
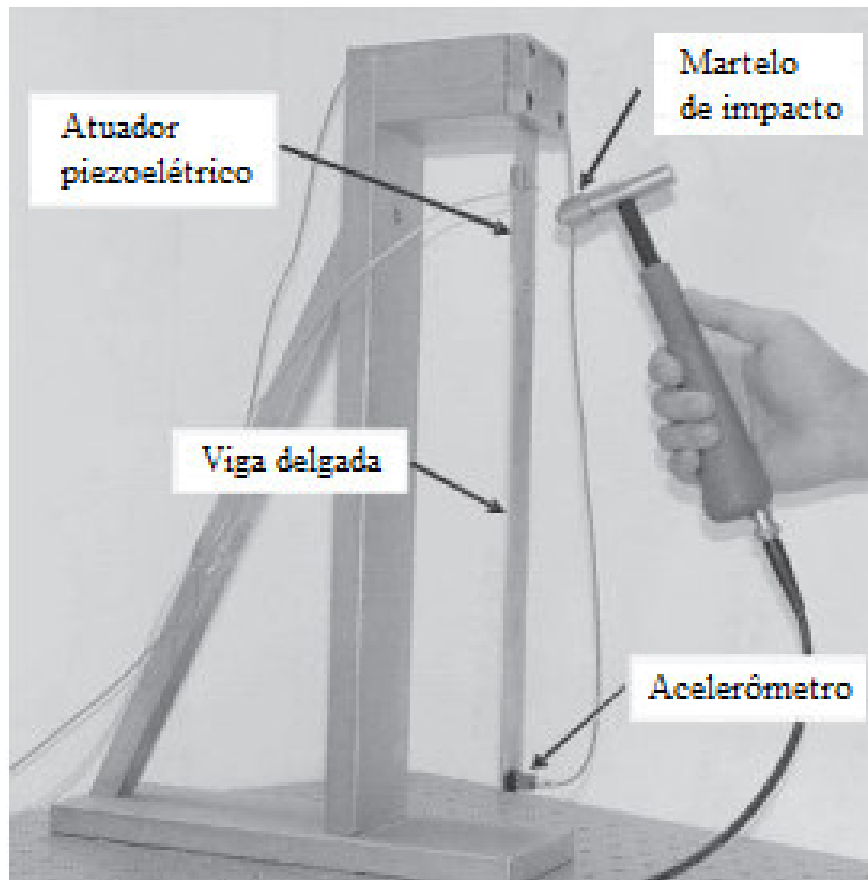


Cadeia experimental típica.



Métodos típicos: (a) ensaio de impacto; (b) ensaio via "shaker". (Copyright © Brüel&Kjær)

ENSAIO DE IMPACTO

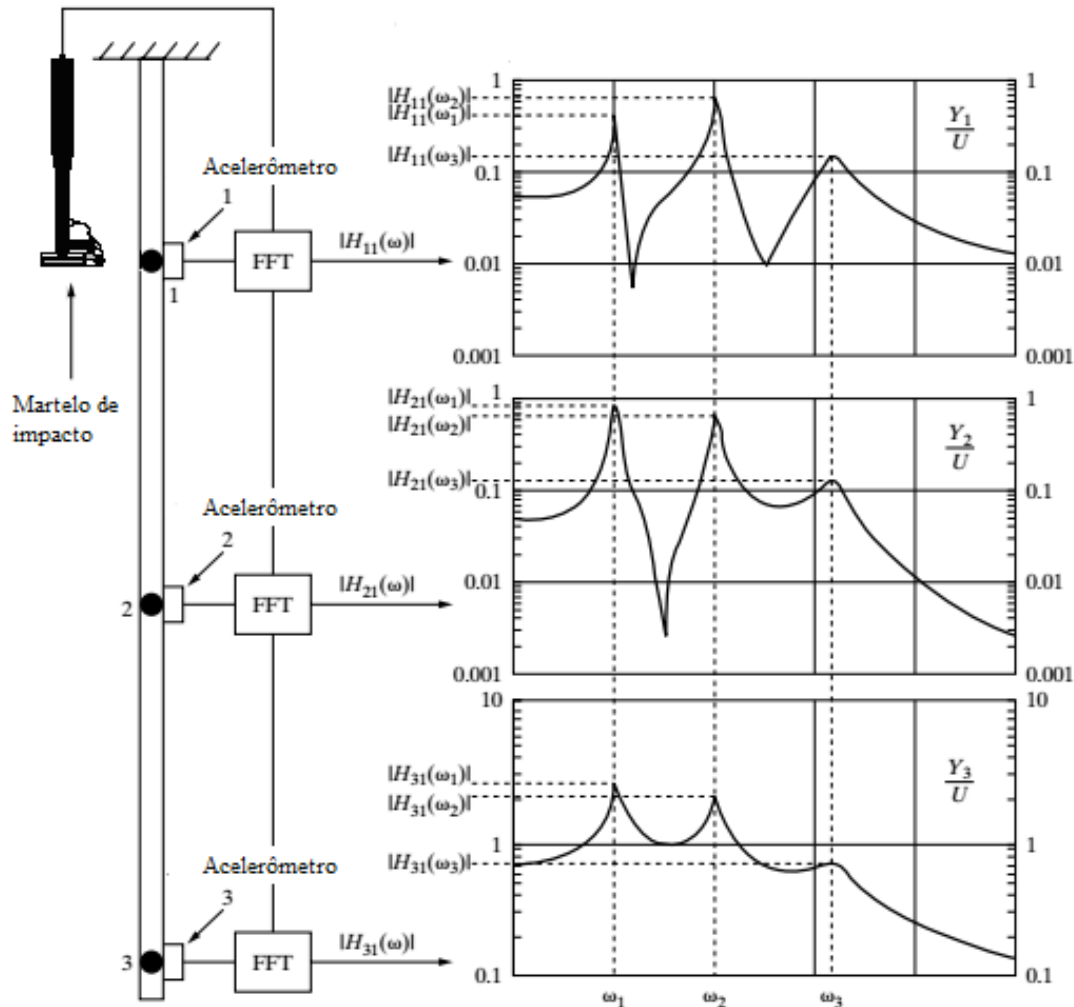


Ensaio de impacto: (a) montagem; (b) sinais de excitação e vibração (Shin & Hammond, 2008).

→ martelo provê excitação, captada pelo sensor de força acoplado;

→ acelerômetro capta a vibração (resposta) do sistema.

FUNÇÕES RESPOSTA EM FREQUÊNCIA (FRFs)



$$f(t) \xrightarrow{\text{FFT}} \bar{F}(\omega) \text{ força}$$

$$a(t) \xrightarrow{\text{FFT}} \bar{A}(\omega) \text{ aceleração}$$

inertância

$$\bar{H}_A(\omega) = \frac{\bar{A}(\omega)}{\bar{F}(\omega)} \quad \text{ou}$$

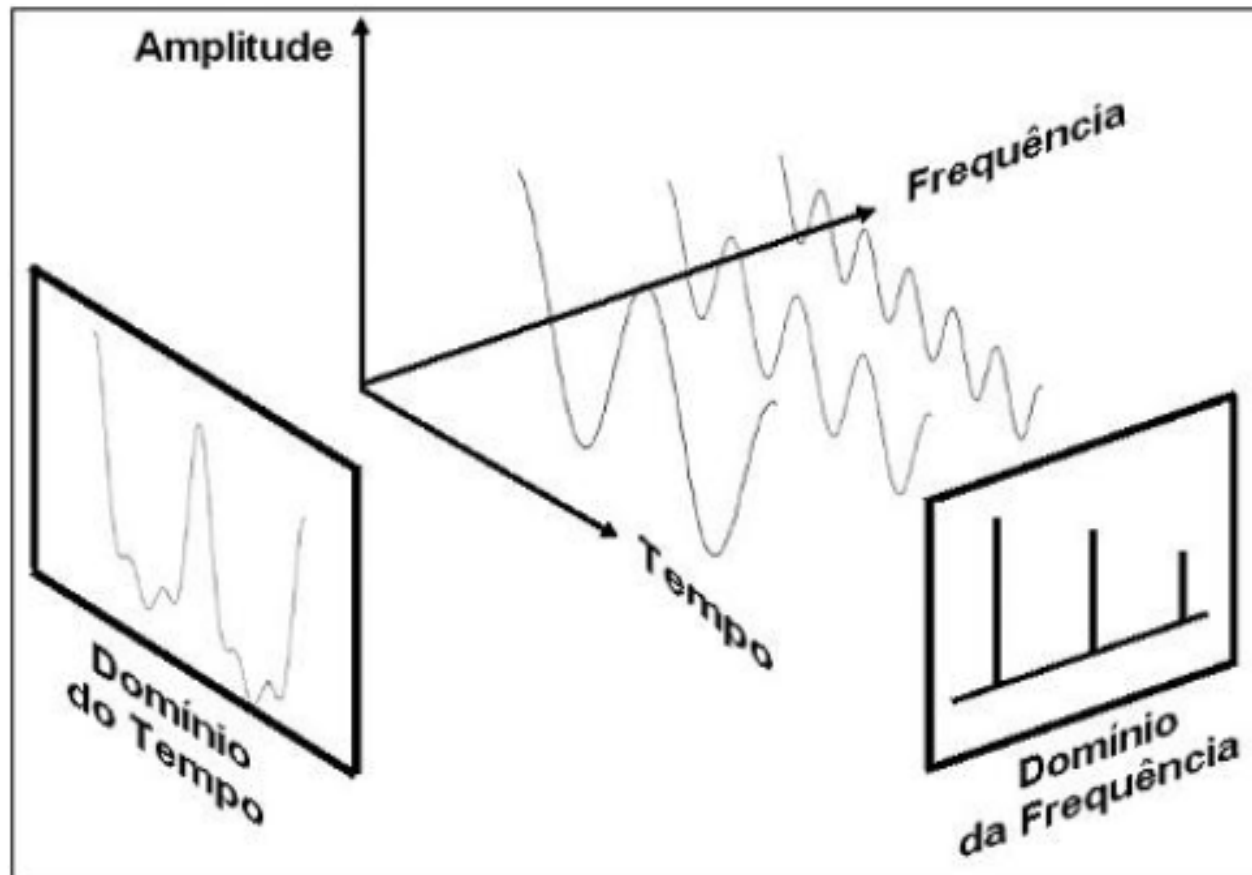
$$\bar{H}_{A(1)}(\omega) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \bar{F}_n^*(\omega) \bar{A}_n(\omega)}{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \bar{F}_n^*(\omega) \bar{F}_n(\omega)}$$

receptância

$$\bar{H}(\omega) = \bar{X}(\omega) / \bar{F}(\omega) = \bar{H}_A(\omega) / (-\omega^2)$$

FRFs experimentais – espectros de amplitude (fonte: Inman, 2008).

DOMÍNIO DO TEMPO E DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

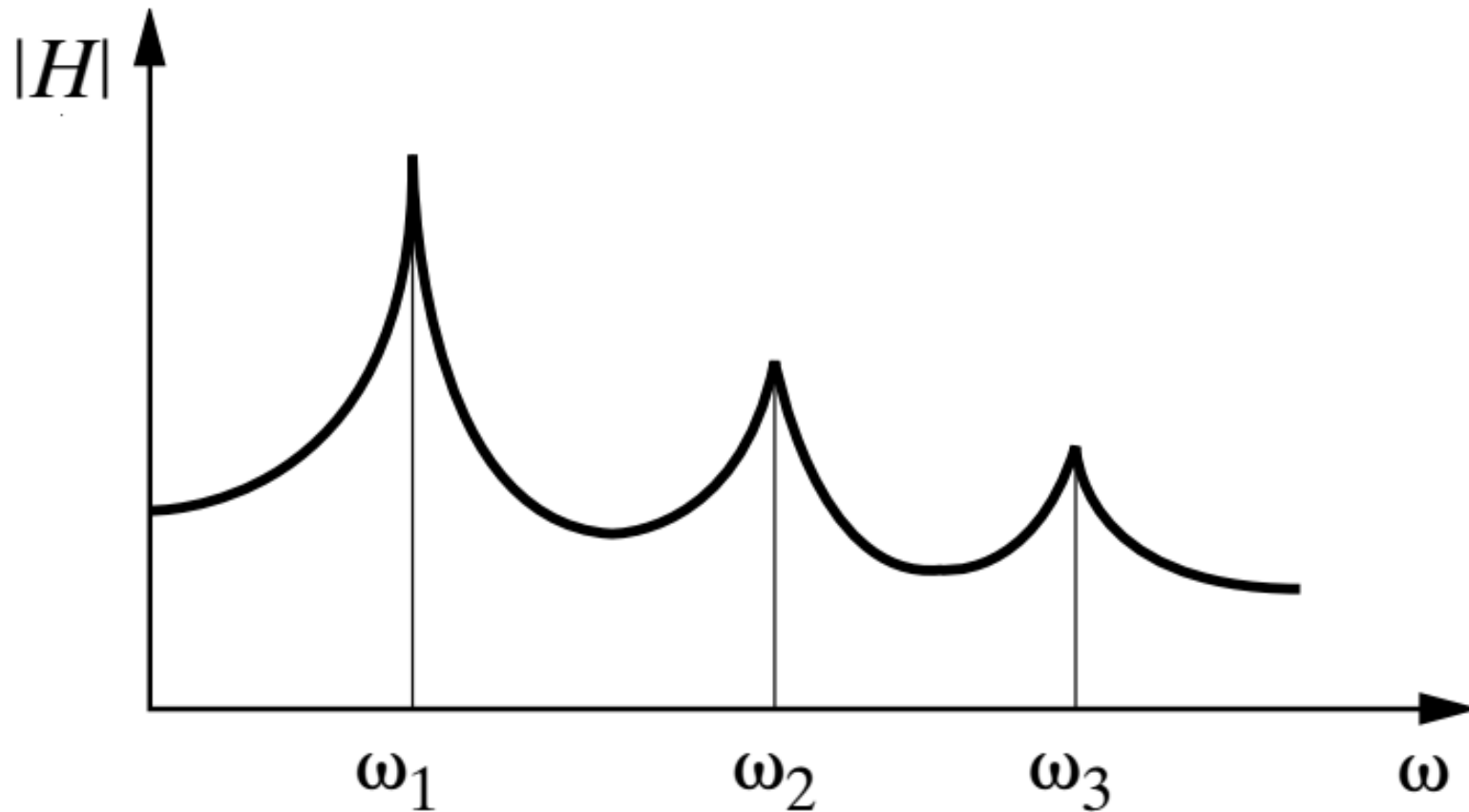


Representação de sinal nos domínios do tempo e da frequência

- passagem de sinais do tempo para a frequência via transformada de Fourier;
- implementação computacional eficiente via FFT (transf. rápida de Fourier).

ESTIMAÇÃO DE FREQUÊNCIAS NATURAIS

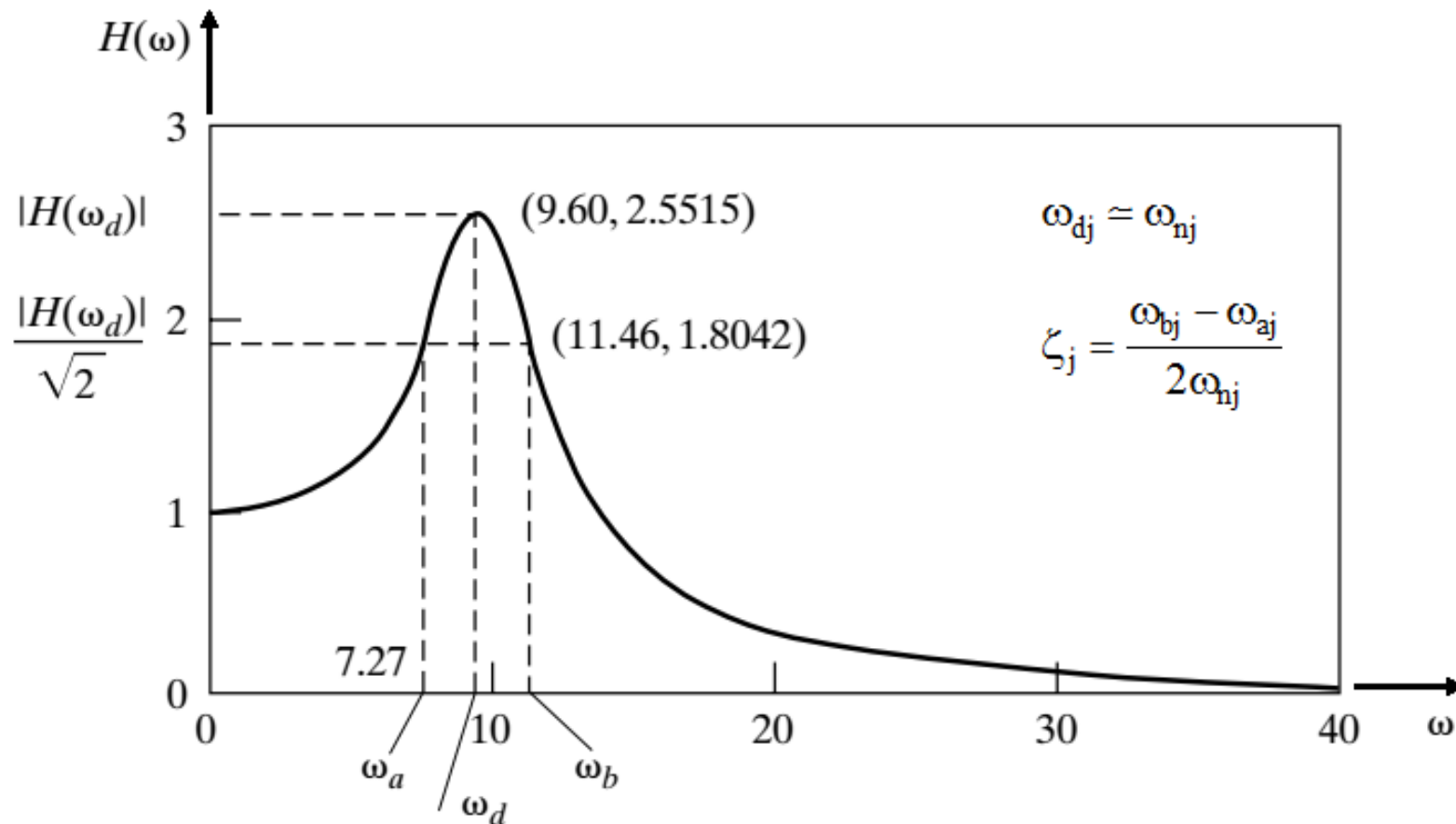
- conversão de FRFs: inertância para receptância ($\bar{H}(\omega) = \bar{H}_A(\omega)/(-\omega^2)$);
- localização de cada pico (máximo) no espectro de amplitude da receptância.



Receptância – Espectro de amplitude (fonte: Inman, 2008).

ESTIMAÇÃO DE RAZÕES DE AMORTECIMENTO

→ aplicação do método da banda de -3dB (meia potência) no entorno de cada pico do espectro de amplitude da receptância.



Receptância – Espectro de amplitude – Detalhamento em torno de pico (fonte: Inman, 2008).