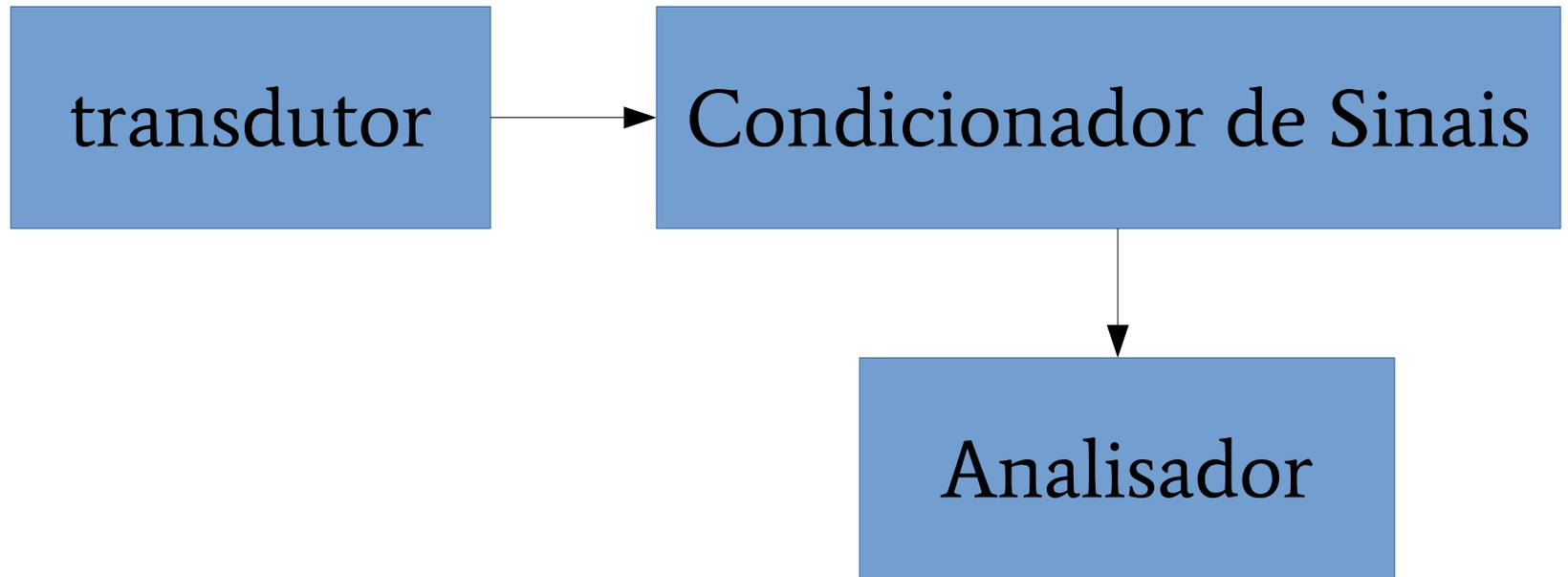
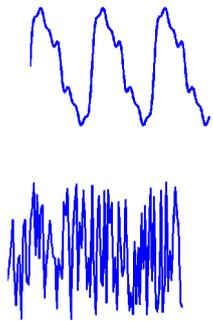


Aspectos de transdutores para medição de vibração

Prof. Paulo J. Paupitz Gonçalves

Medidas de Vibração/Ruído

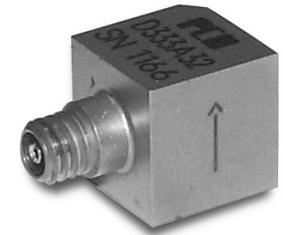


Aspectos do Projeto de um Transdutor

- Características Mecânicas e Elétricas
- Strain Gauges (Extensômetro)
- Lasers de medição de velocidade
- Acelerômetros
- Sensores de Força
- Hidrofonos
- Condicionadores de sinais

Transdutores

O que é um transdutor ?



O transdutor transforma a grandeza de vibração (deslocamento, velocidade, aceleração) em um sinal elétrico.

Qual grandeza de vibração devemos medir

Força x Deslocamento (velocidade ou aceleração)

Transdutores

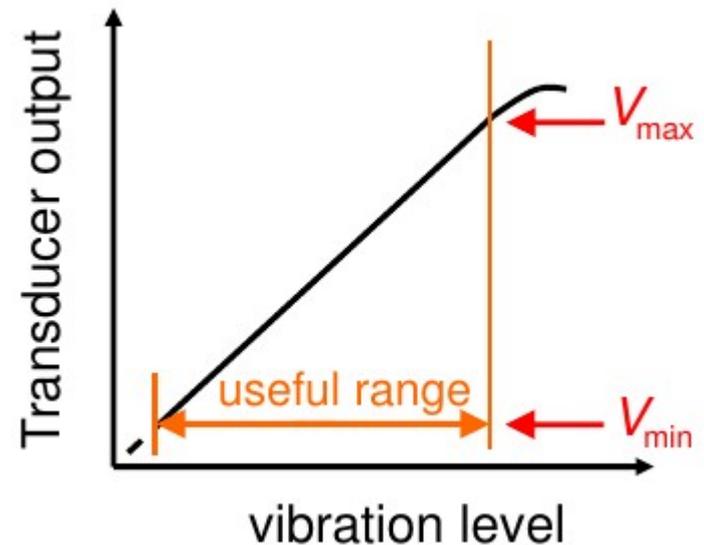
Porque estudar as características de um transdutor ?

Resposta em Frequência

Range Dinâmico

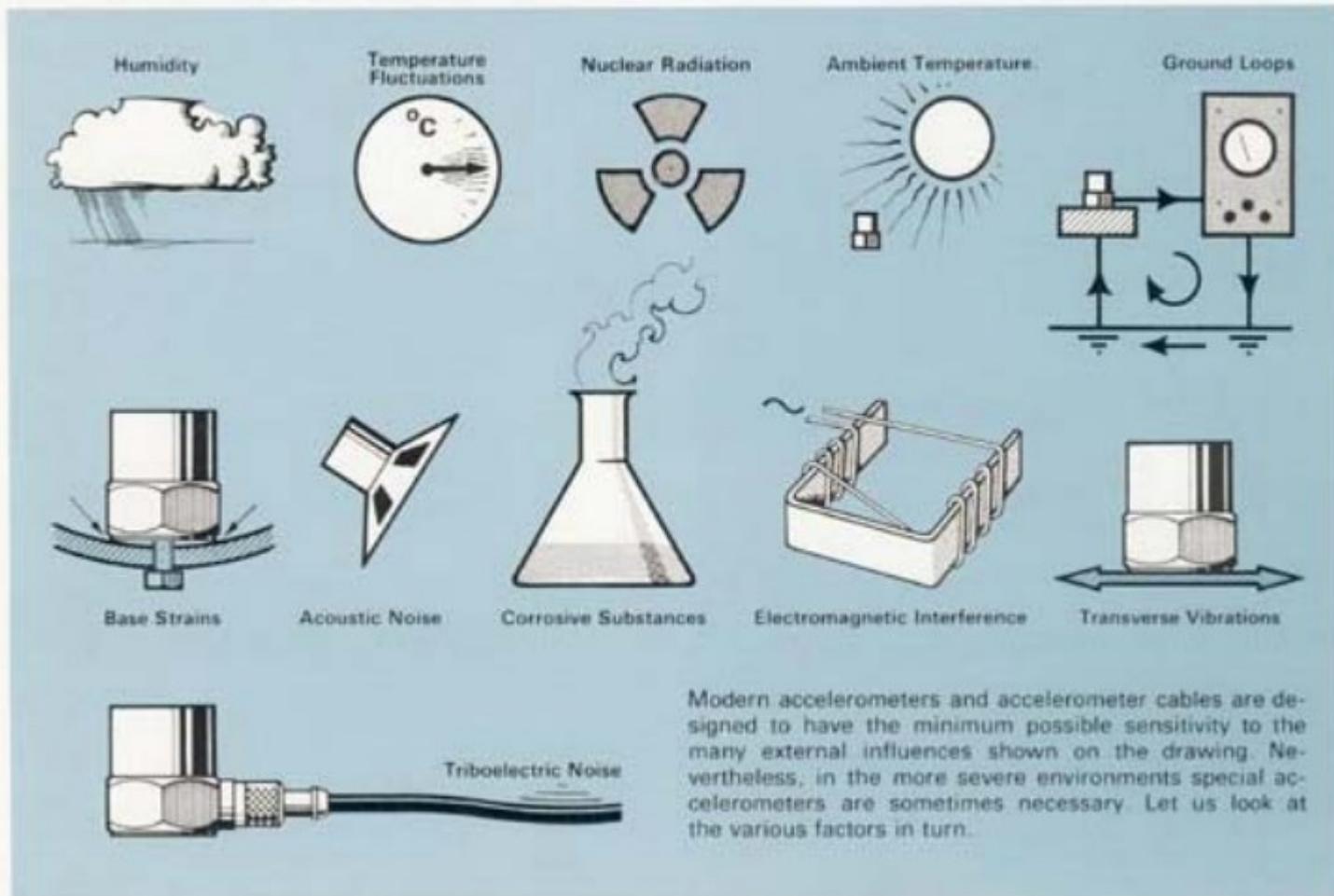
Limitação do Uso

Umidade, temperatura, radiação, aterramento, ruído, substância corrosiva, interferência eletromagnética

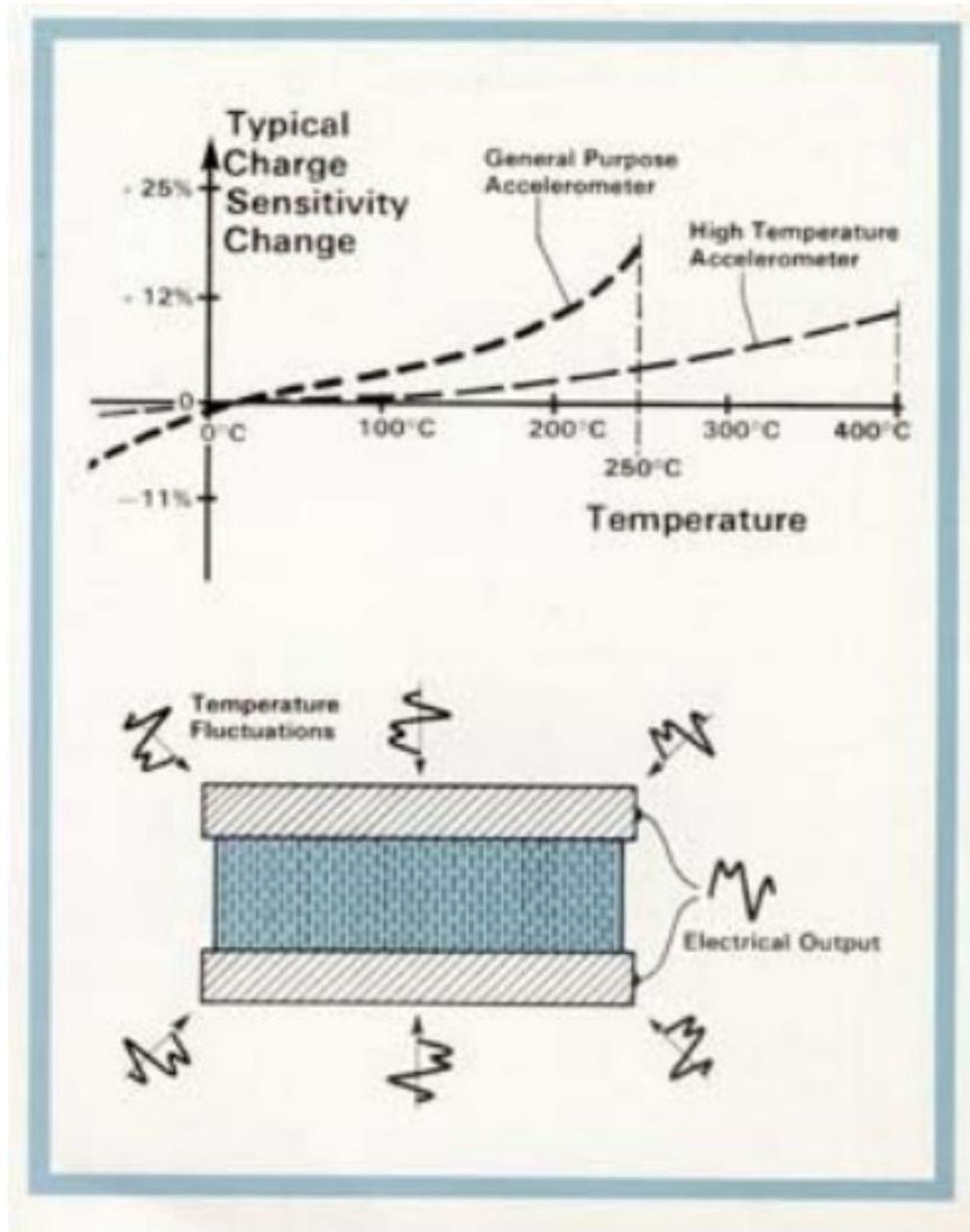


Transdutores

The Influence of Environment — General



Influência da Temperatura

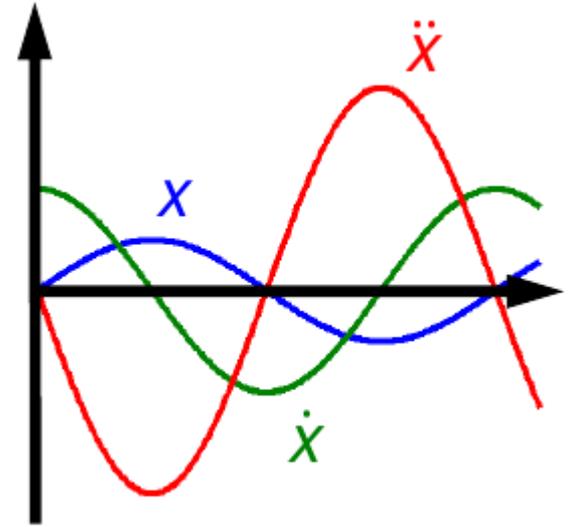


Transdutores

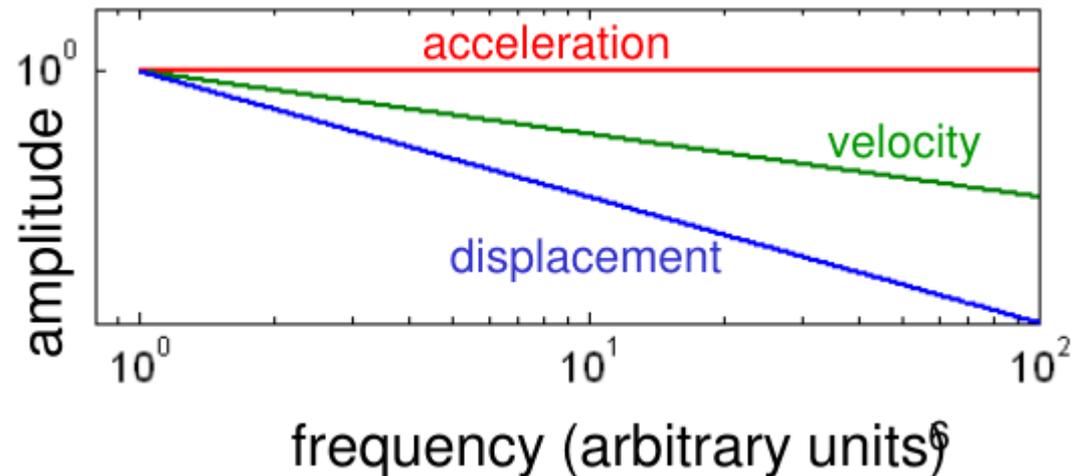
Qual sinal de vibração será medido

Deslocamento
Velocidade
Aceleração

$$x = X \sin(\omega t)$$
$$\dot{x} = \omega X \cos(\omega t)$$
$$\ddot{x} = -\omega^2 X \sin(\omega t)$$

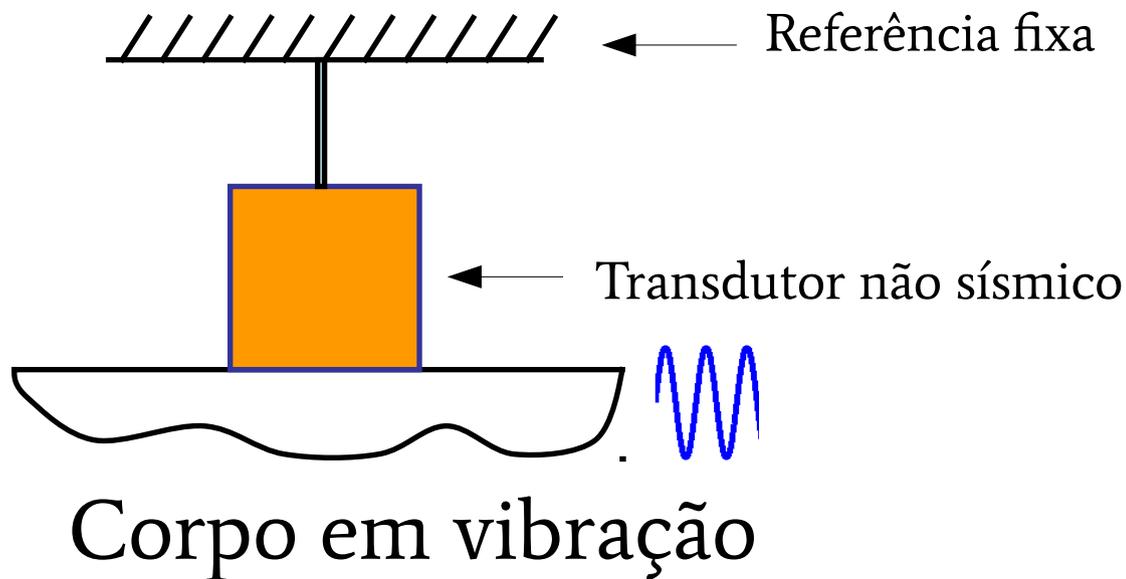


$$\dot{X} = \frac{\ddot{X}}{\omega} \quad \text{and} \quad X = \frac{\ddot{X}}{\omega^2}$$



Transdutores

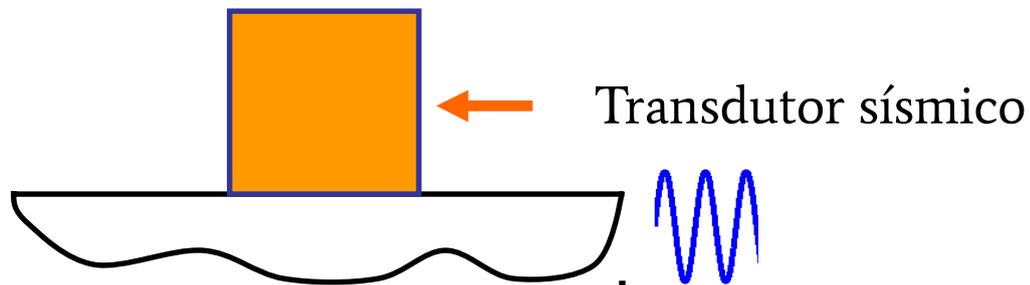
Transdutor Fixo ou Não-Sísmico



- Mede vibração relativa e não absoluta
- Difícil encontrar uma referência fixa
- Acrescenta massa e rigidez ao ponto de medição

Transdutores

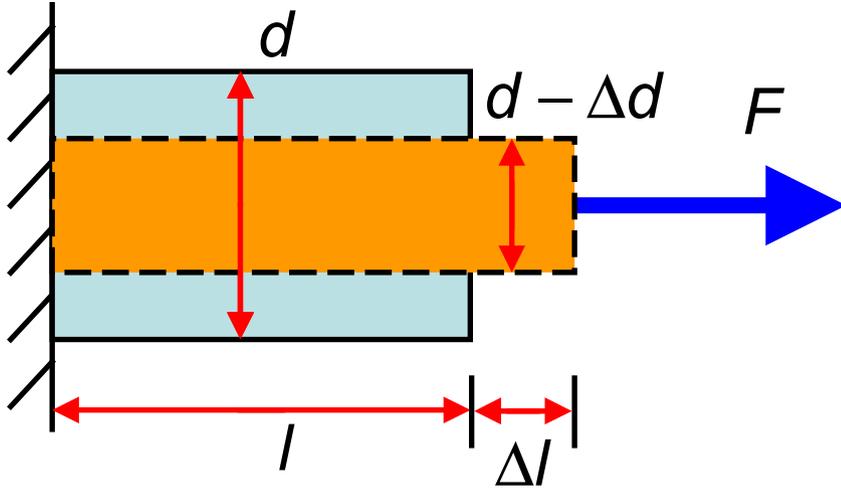
Transdutor Sísmico



Corpo em Vibração

- Acrescenta massa
- Baseado no sistema massa-mola-amortecedor

Strain-Gauges (Extensômetros)



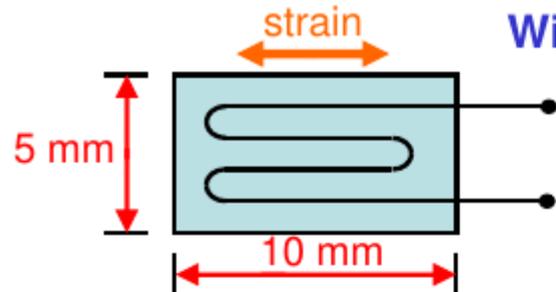
Medem deformação estática e dinâmica

Resposta “pobre” em alta frequência

Usado em testes de fadiga

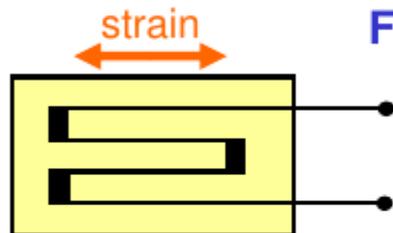
Usados em alguns tipos de acelerômetros

Strain-Gauges (Extensômetros)



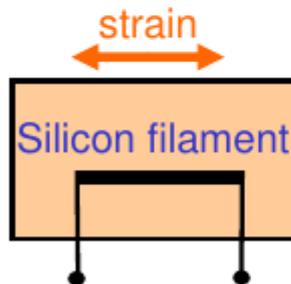
Wire Strain Gauge

- Manufactured from a single piece of wire
- Gauge factor ≈ 2
- Resistance 120 or $350 \Omega \pm 0.2\%$



Foil Strain Gauge

- Manufactured from thin resistance foil by a photochemical etching process
- Gauge factor ≈ 2
- Resistance 120 or $350 \Omega \pm 0.2\%$



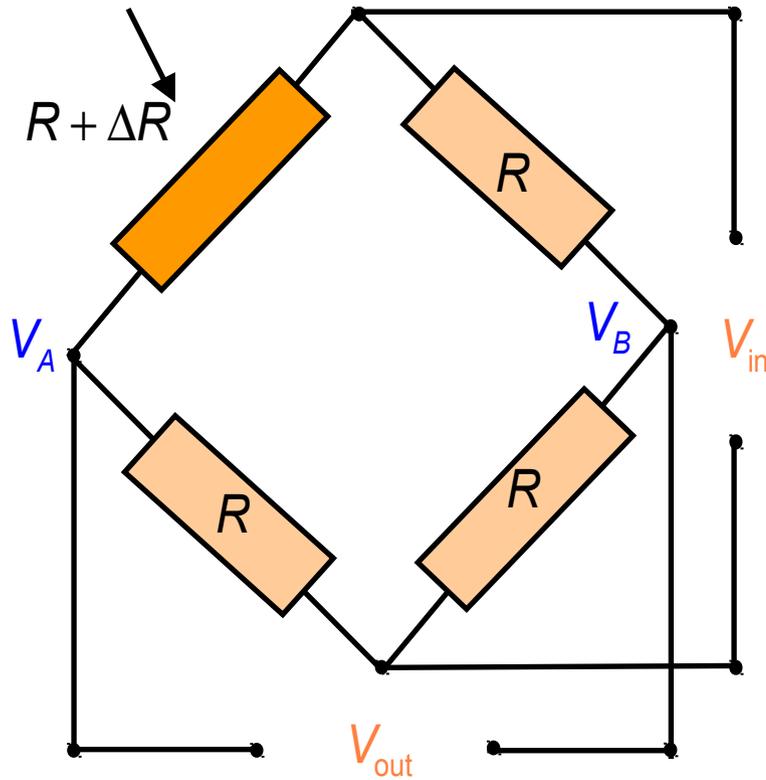
Semiconductor Strain Gauge

- Manufactured from p or n type silicon
- Gauge factor $\approx 100 - 120$
- Resistance 120 or $350 \Omega \pm 0.2\%$
- cost 10 x foil gauge

$$\text{Gauge factor (strain sensitivity), } G = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l}$$

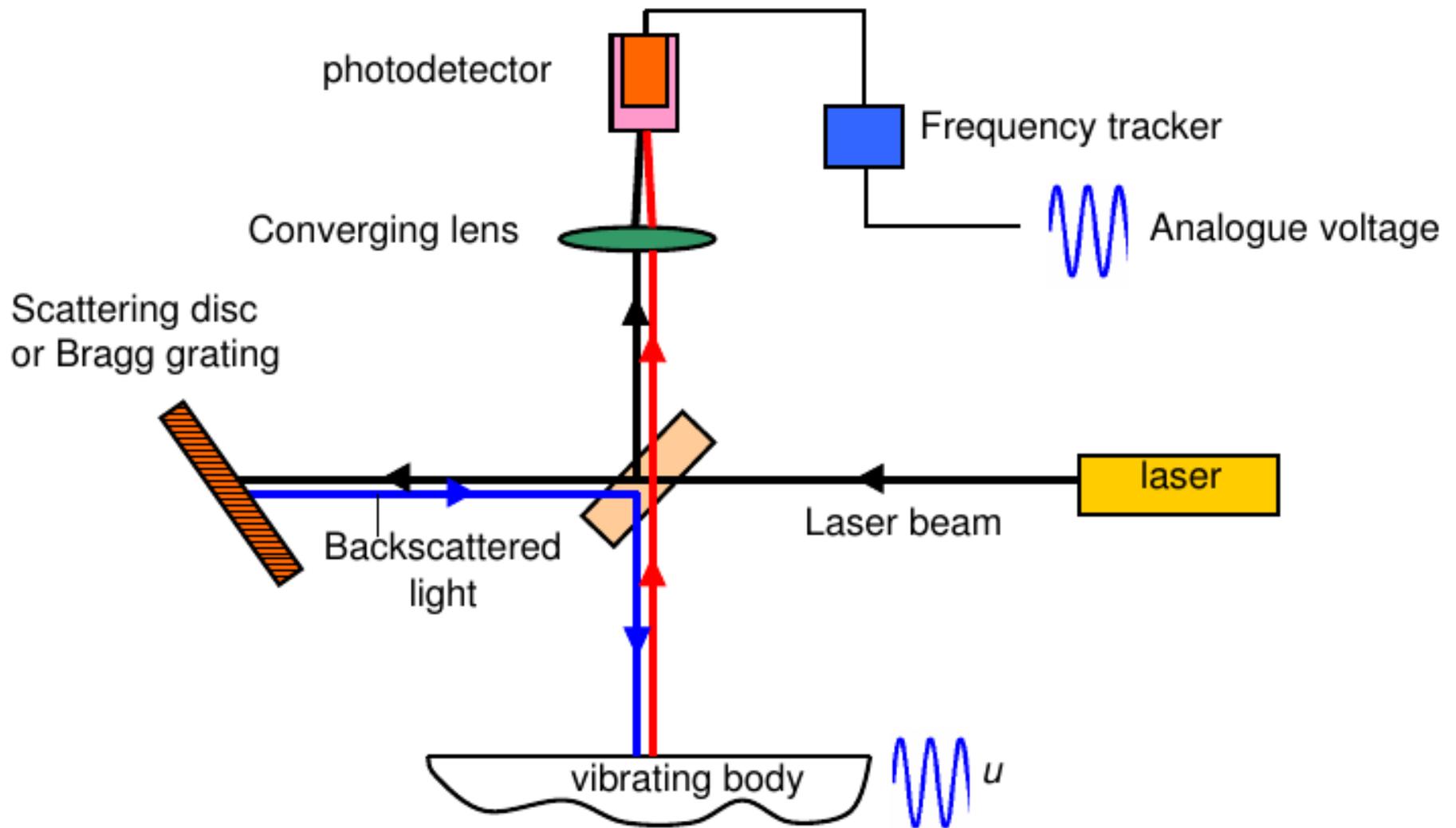
Strain-Gauges (Extensômetros)

Strain gauge

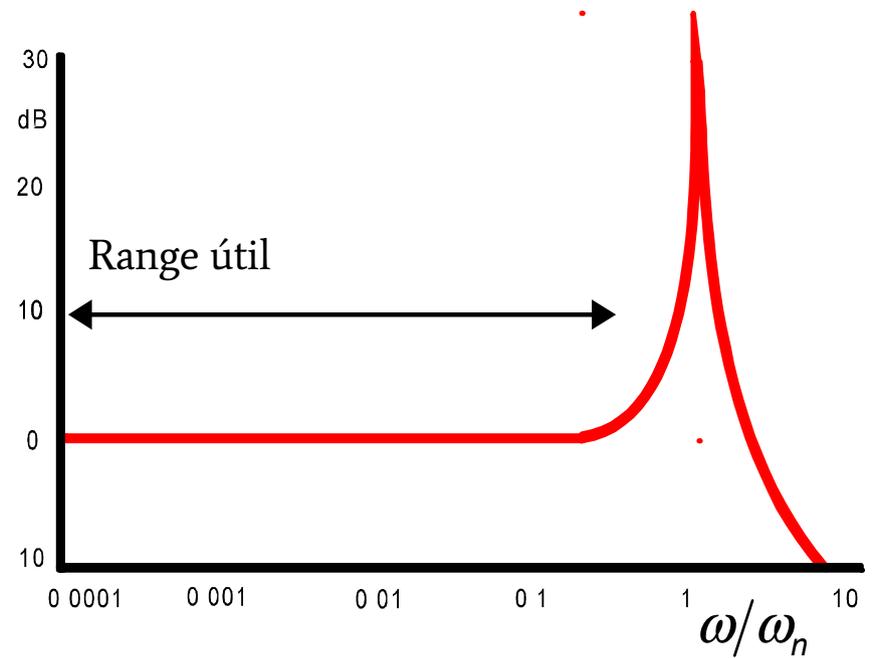
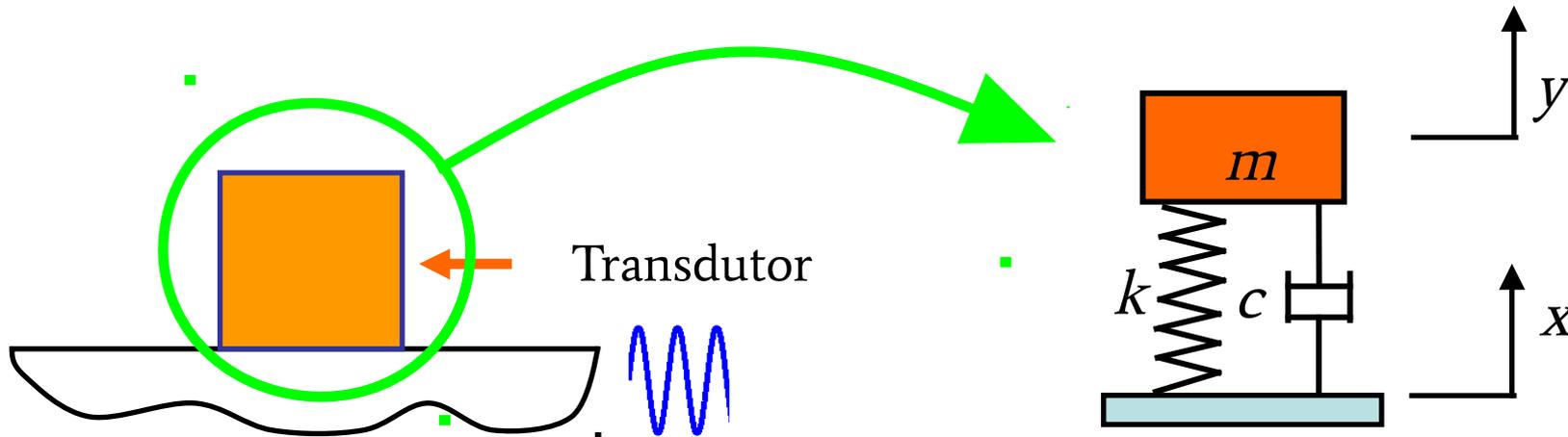


Ponte de Wheatstone

Medidor Laser - Doppler

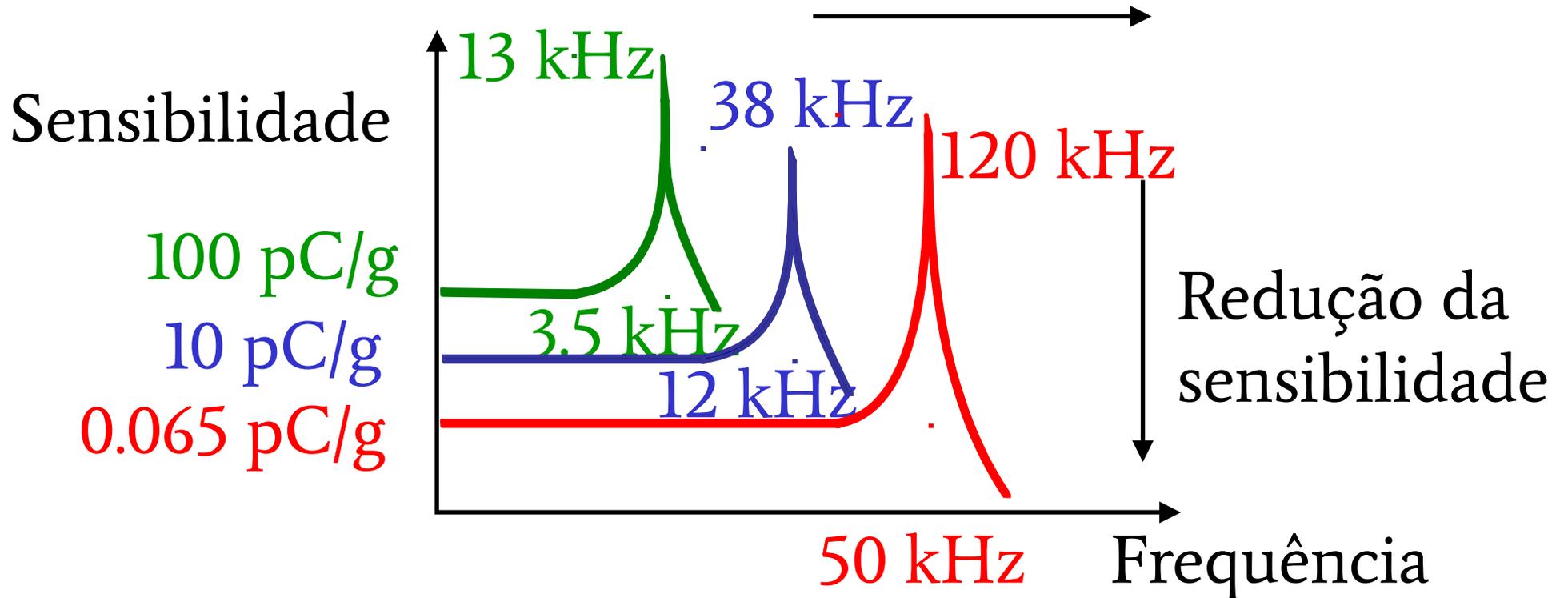


Transdutores Sísmicos

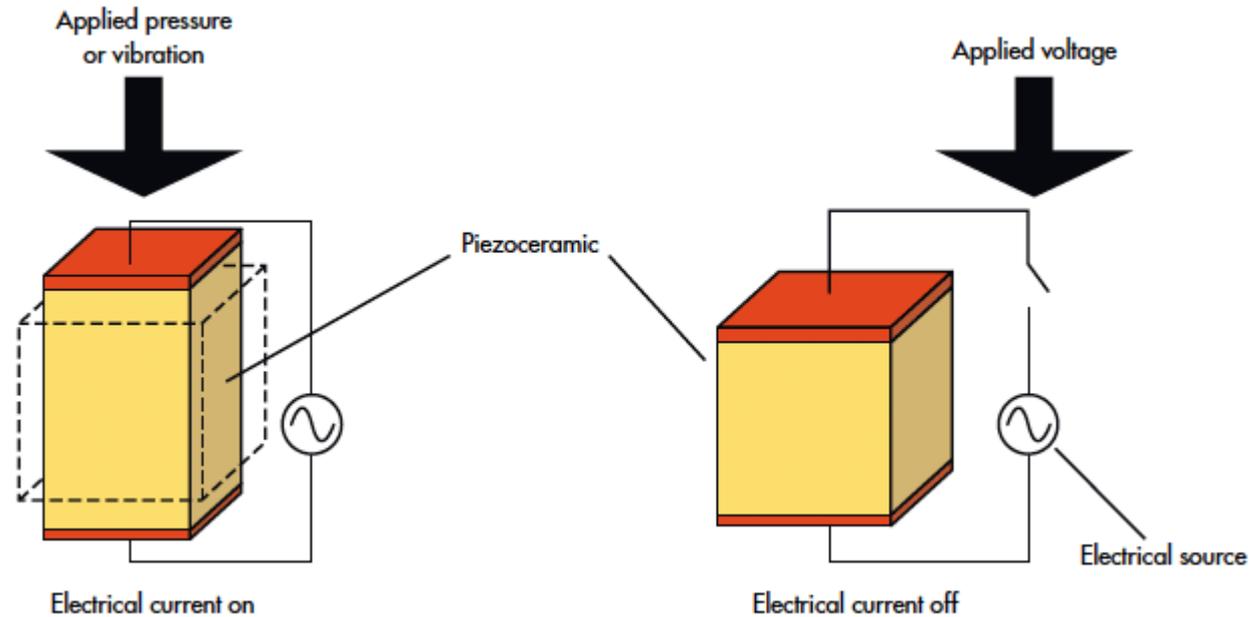


Transdutores Sísmicos

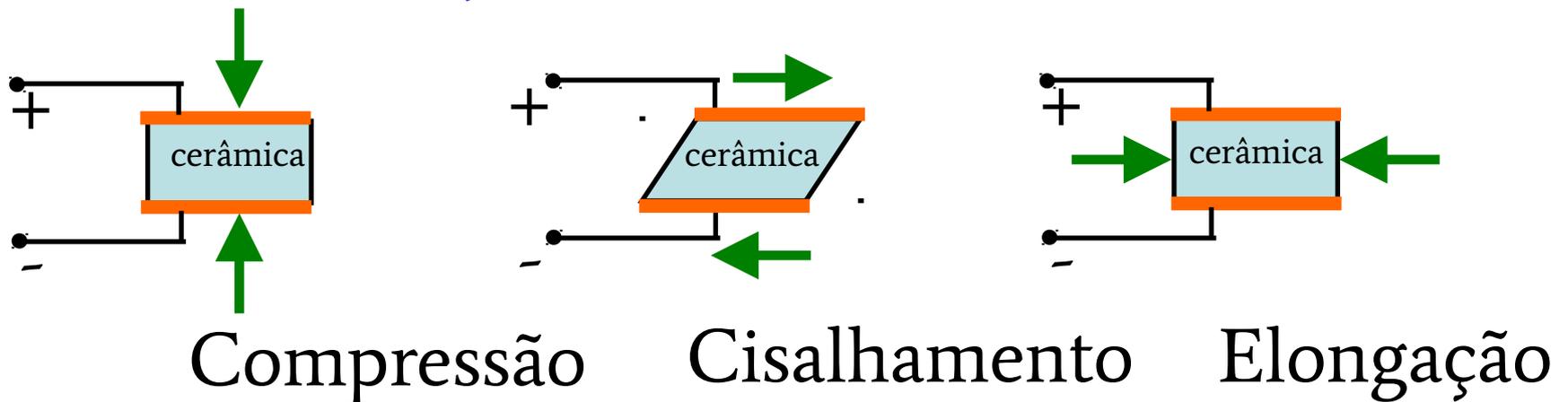
Reduzindo a massa sísmica



Materiais Piezoelétricos

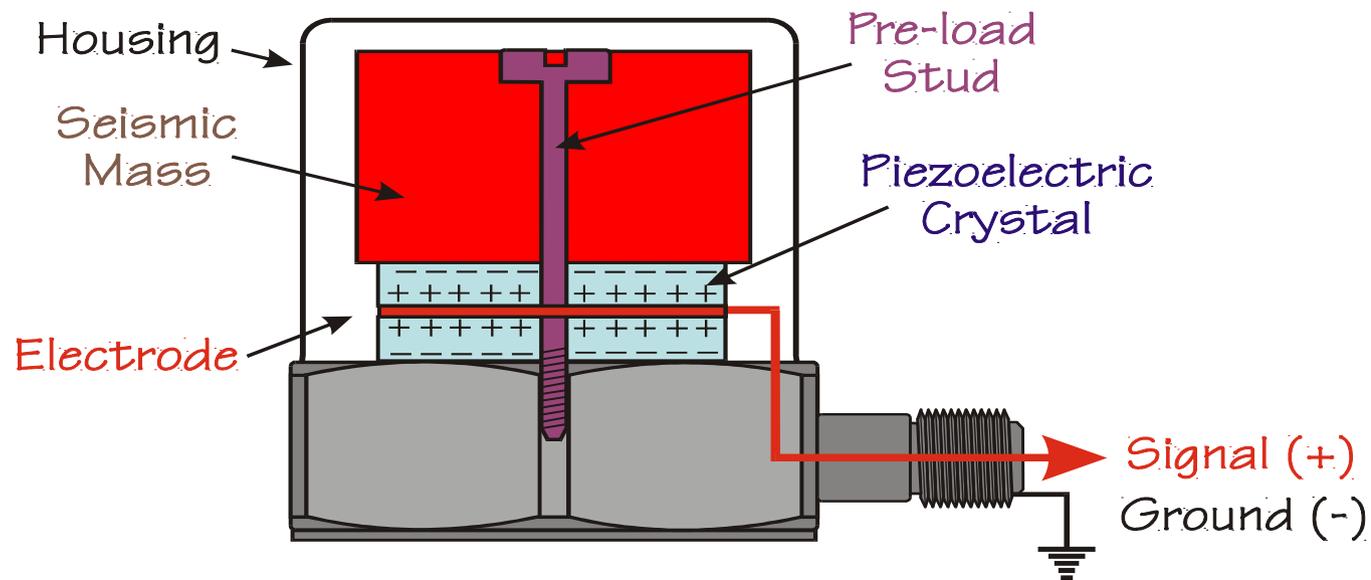


Modos de deformação



Características de tipos comuns de acelerômetros

Tipo Compressão



- **Vantagens**

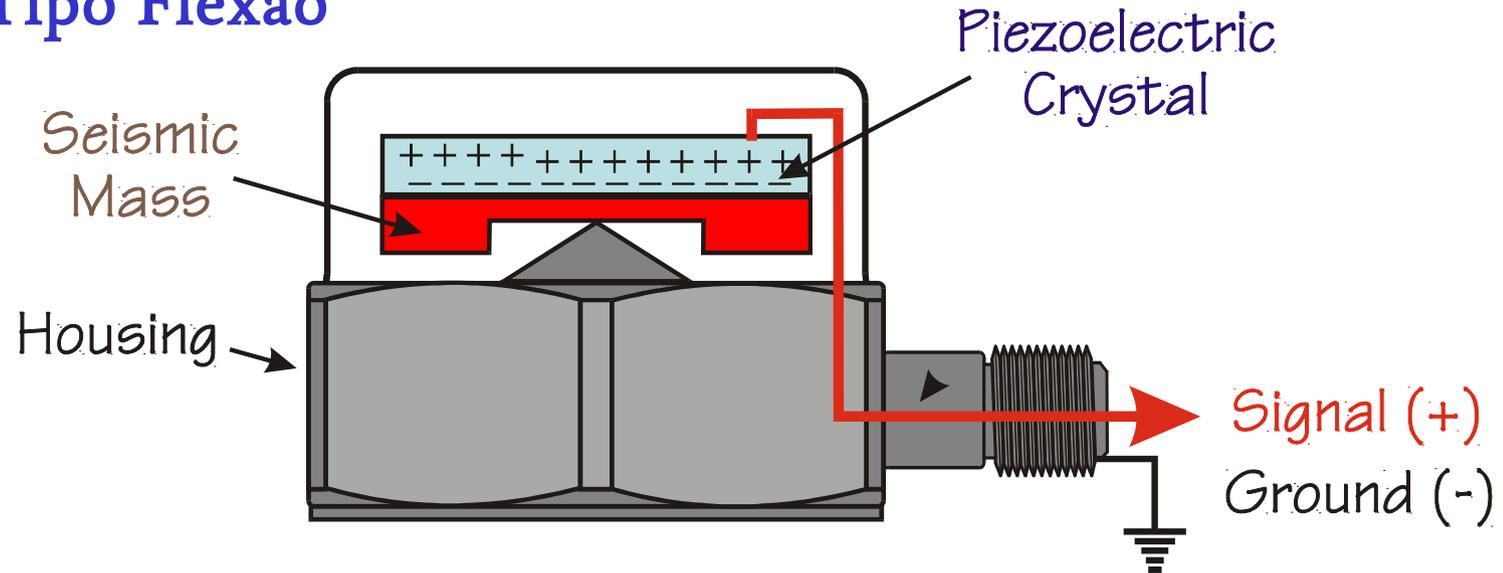
- Poucas Partes / Fácil Fabricação
- Frequência de ressonância alta

- **Desvantagens**

- Sensibilidade térmica alta
- Sensibilidade alta a movimento da base

Características de tipos comuns de acelerômetros

Tipo Flexão



- **Vantagens**

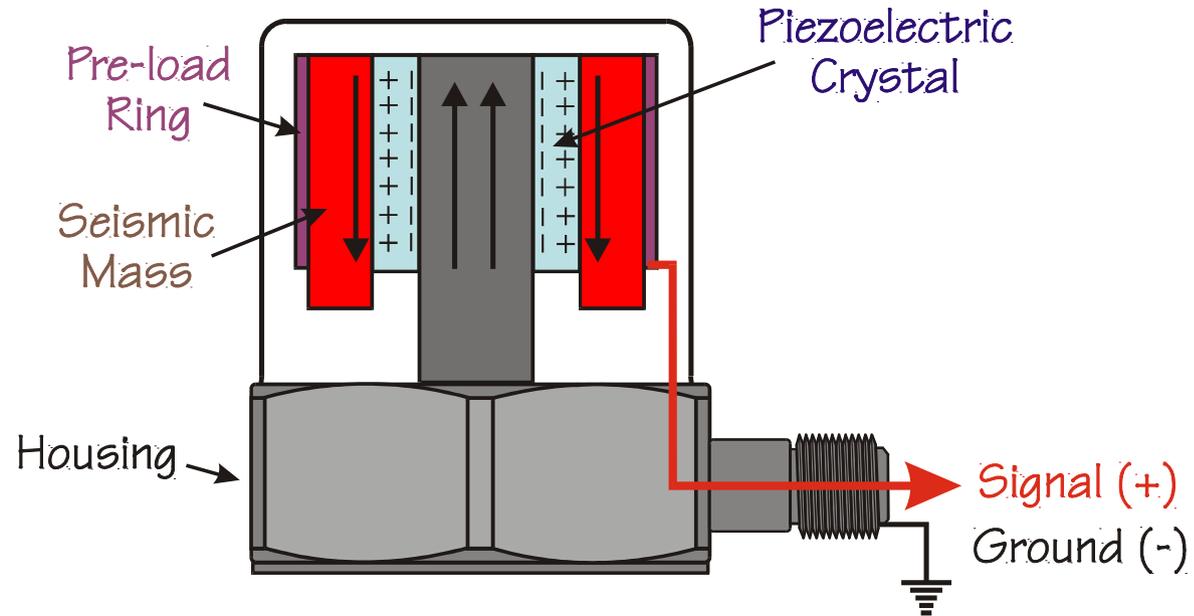
- Poucas partes
- Pequenos
- Baixa sensibilidade a deformação da base
- Baixa sensibilidade térmica

- **Desvantagens**

- Frequência de ressonância baixa

Características de tipos comuns de acelerômetros

Tipo Cisalhamento



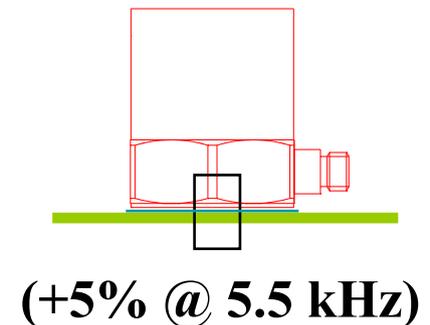
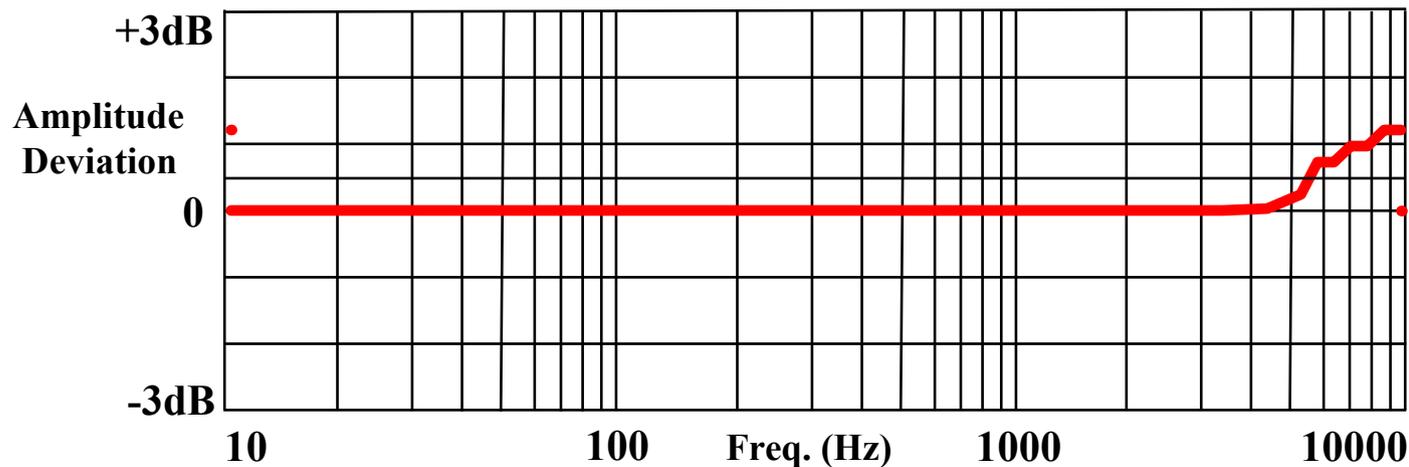
- **Vantagens**

- Baixa sensibilidade térmica
- Baixa sensibilidade a vibração da base
- Pequeno

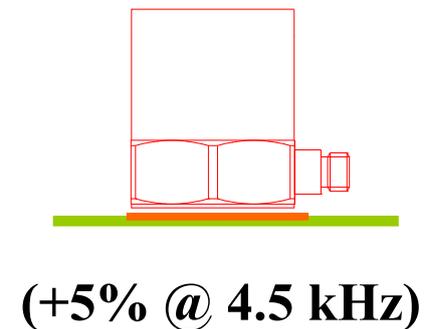
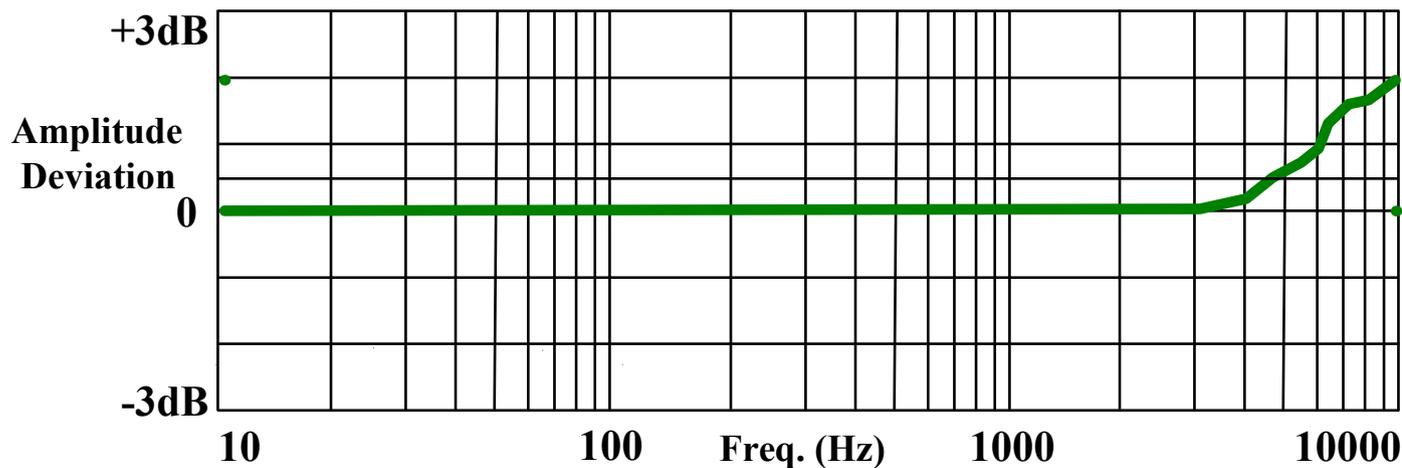
Influência da Montagem

- **Caso Ideal**

- Anexado por parafuso em uma superfície lisa com torque adequado

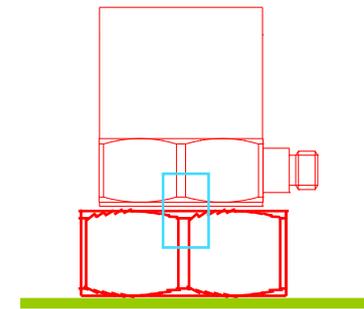
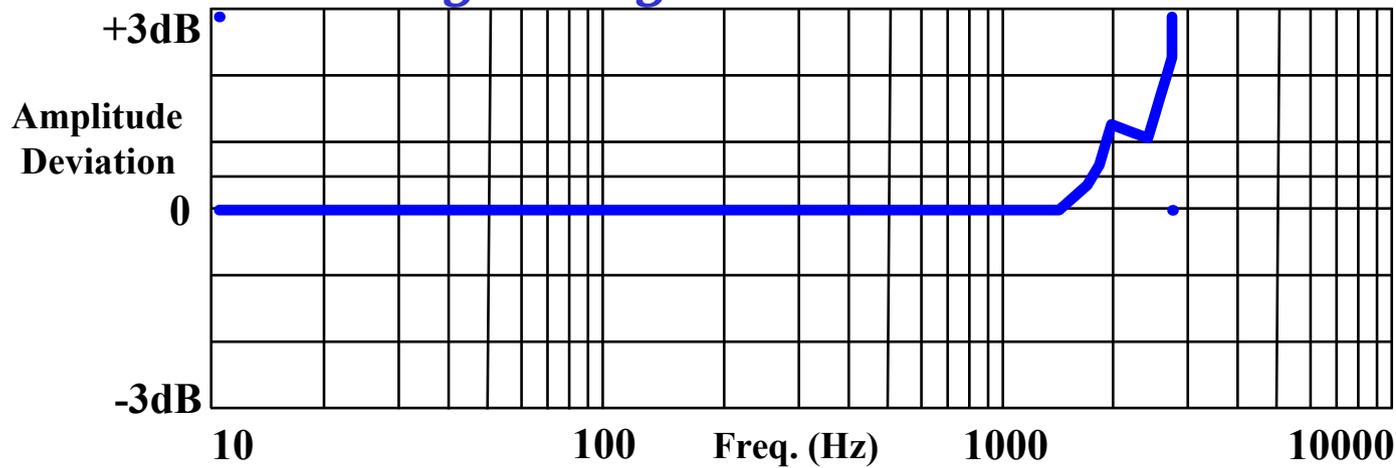


cera



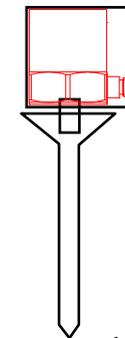
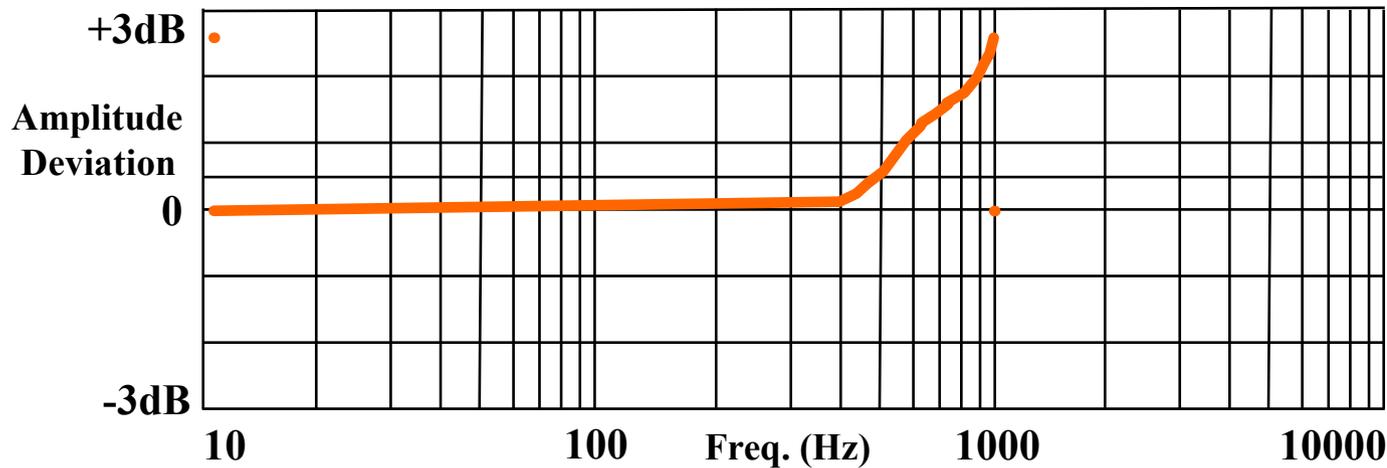
Influência da Montagem

Montagem magnética



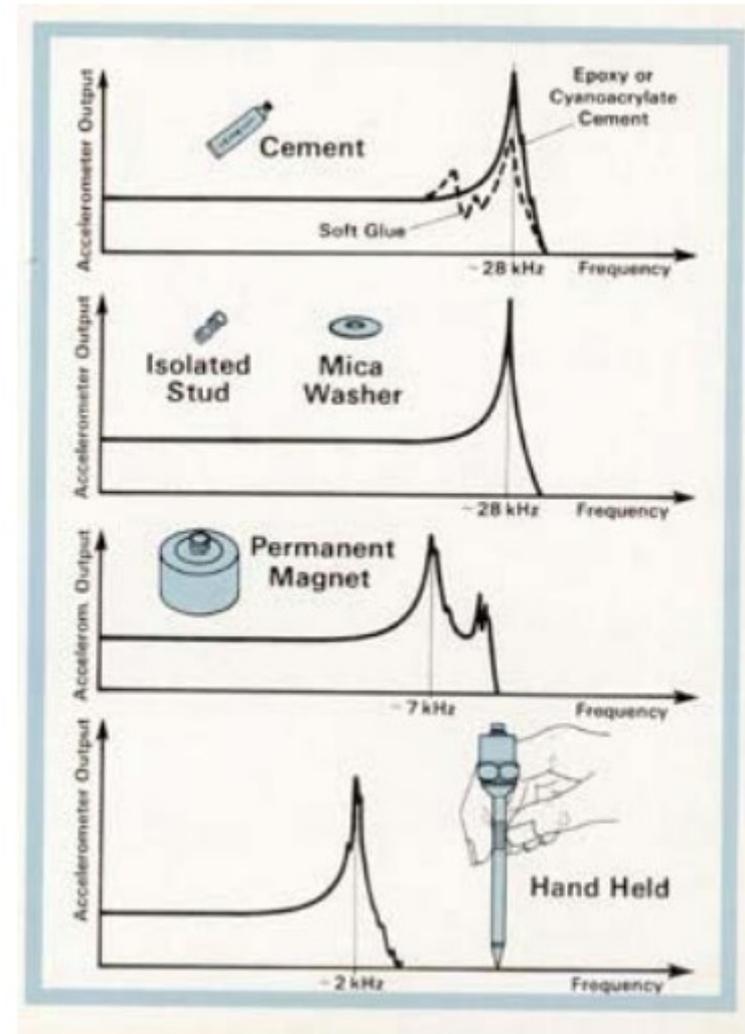
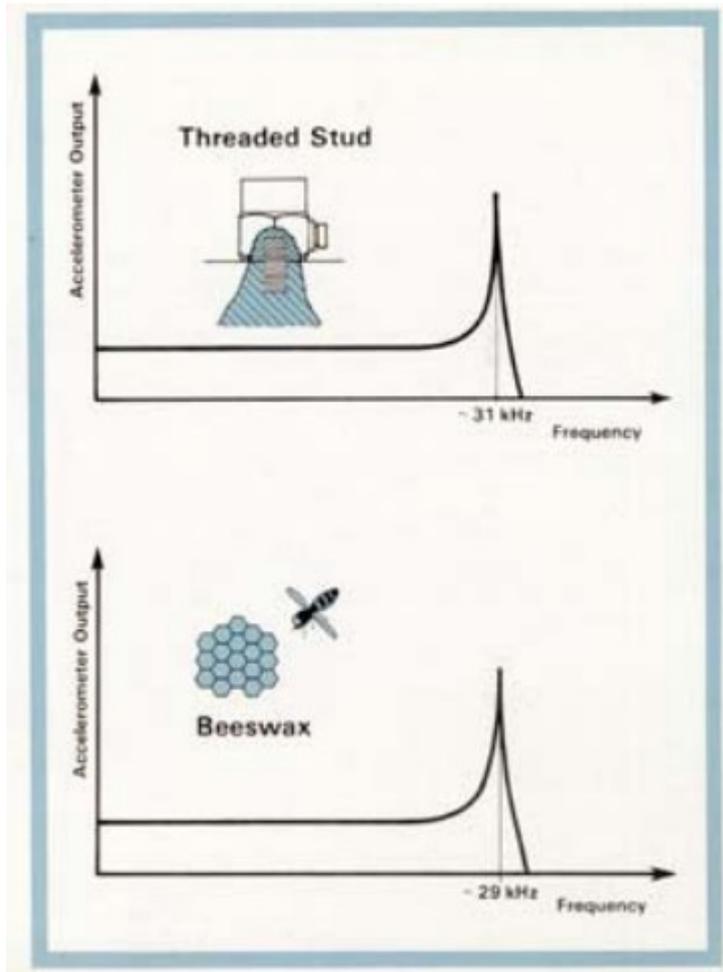
(+5% @ 1.8 kHz)

Sonda de mão



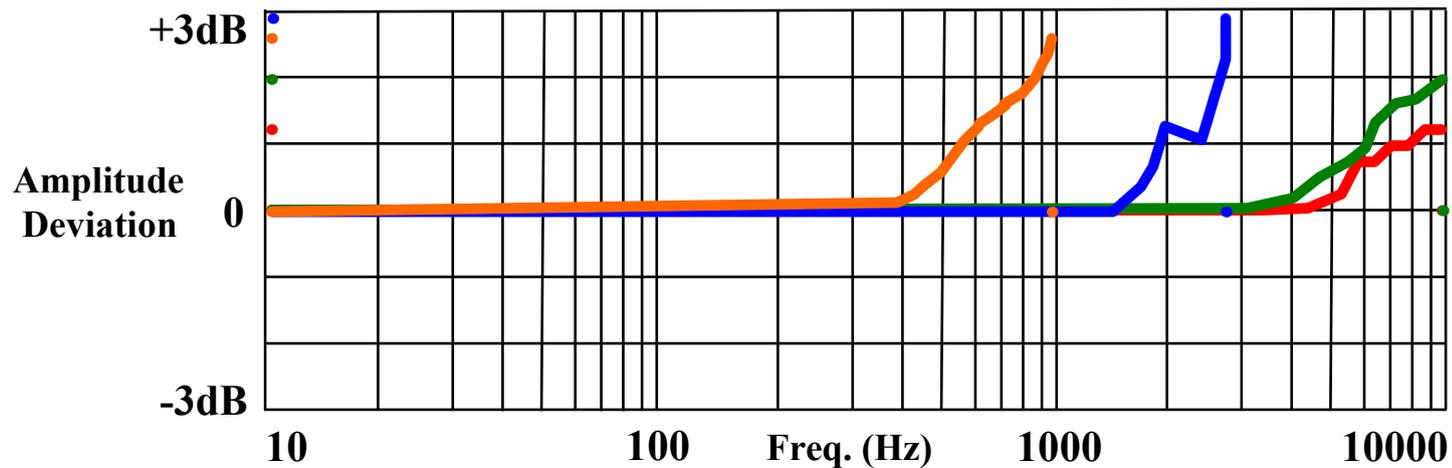
(+5% @ 475 Hz)

Influência da Montagem



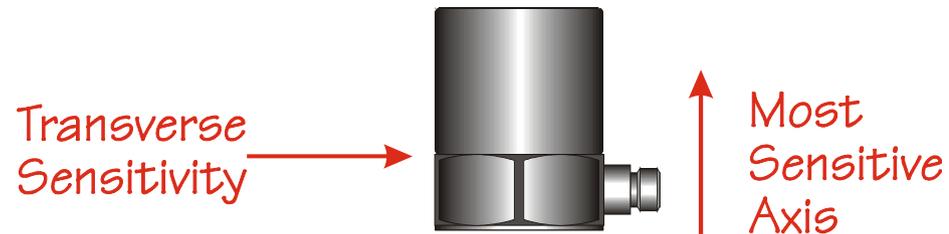
Influência da Montagem

- **Resumo**
 - Fixo com parafuso
 - cera
 - Montagem magnética
 - Sonda de mão

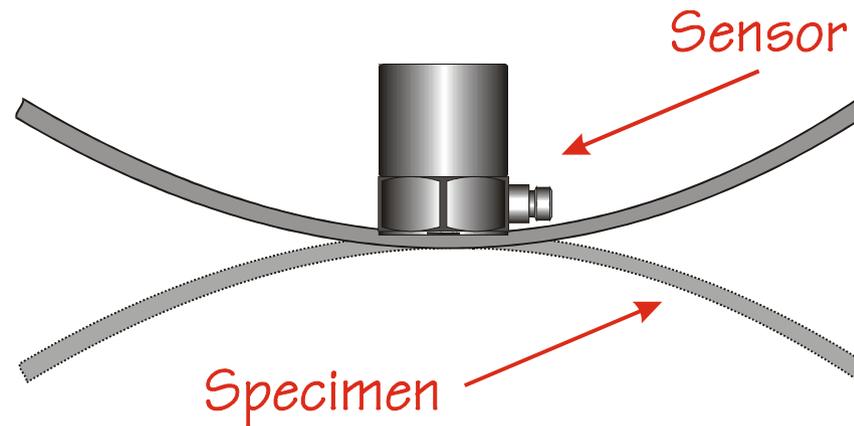


Efeitos indesejados

Sensibilidade transversal

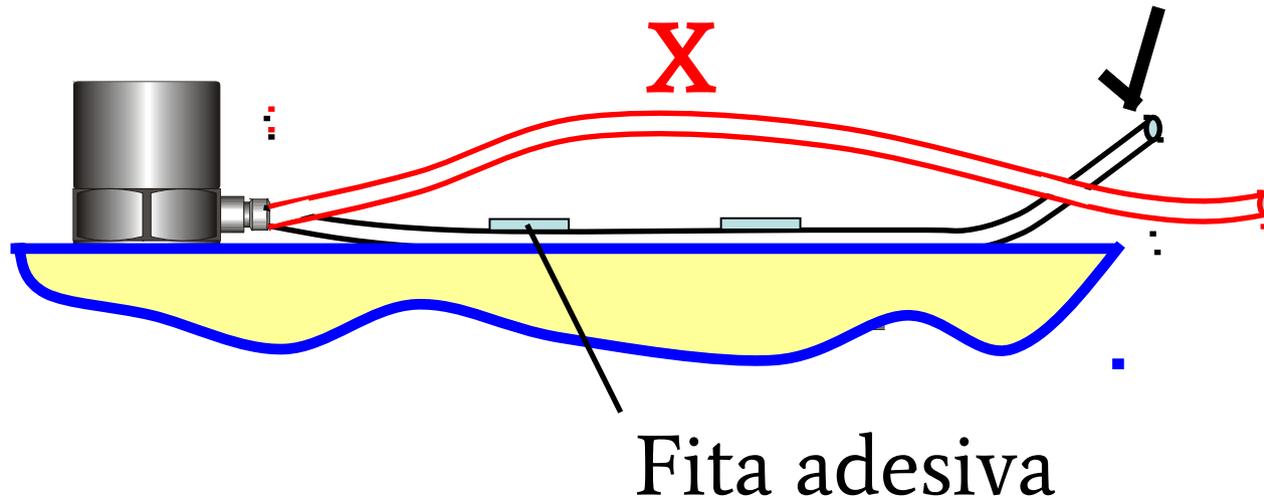


Deformação da base

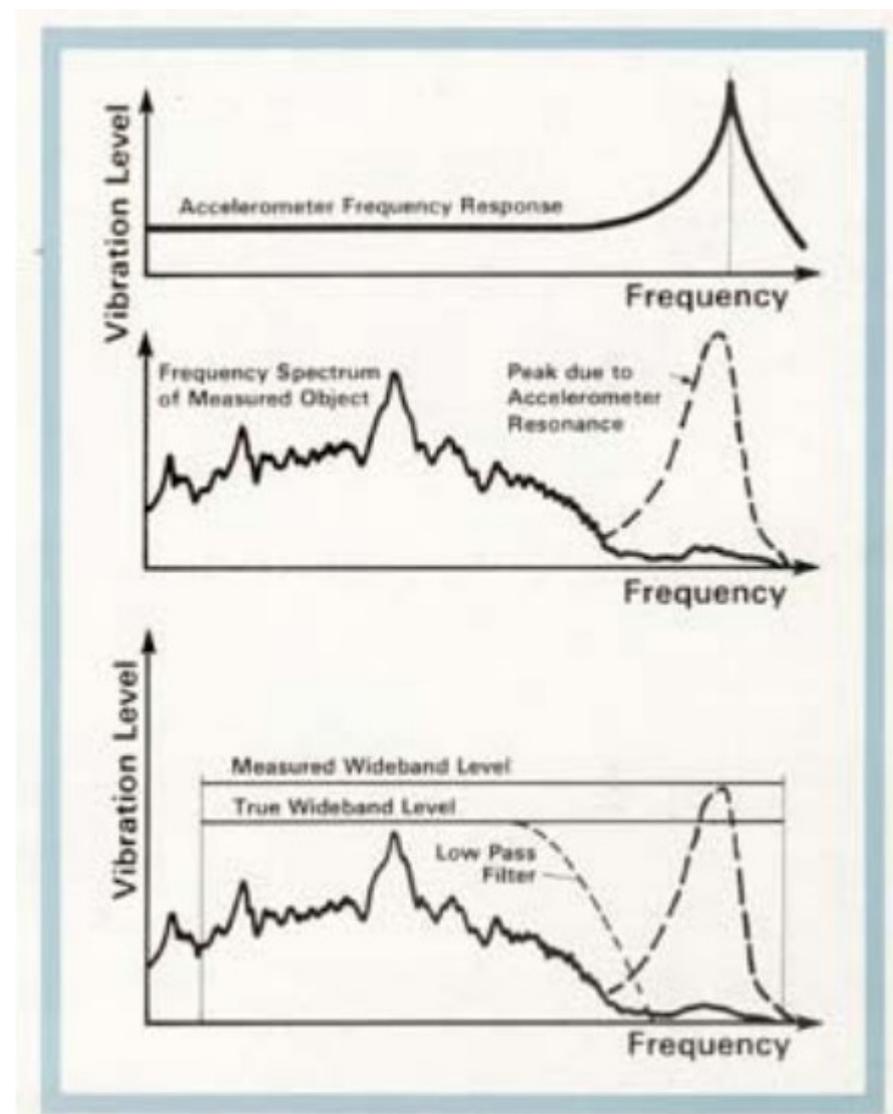
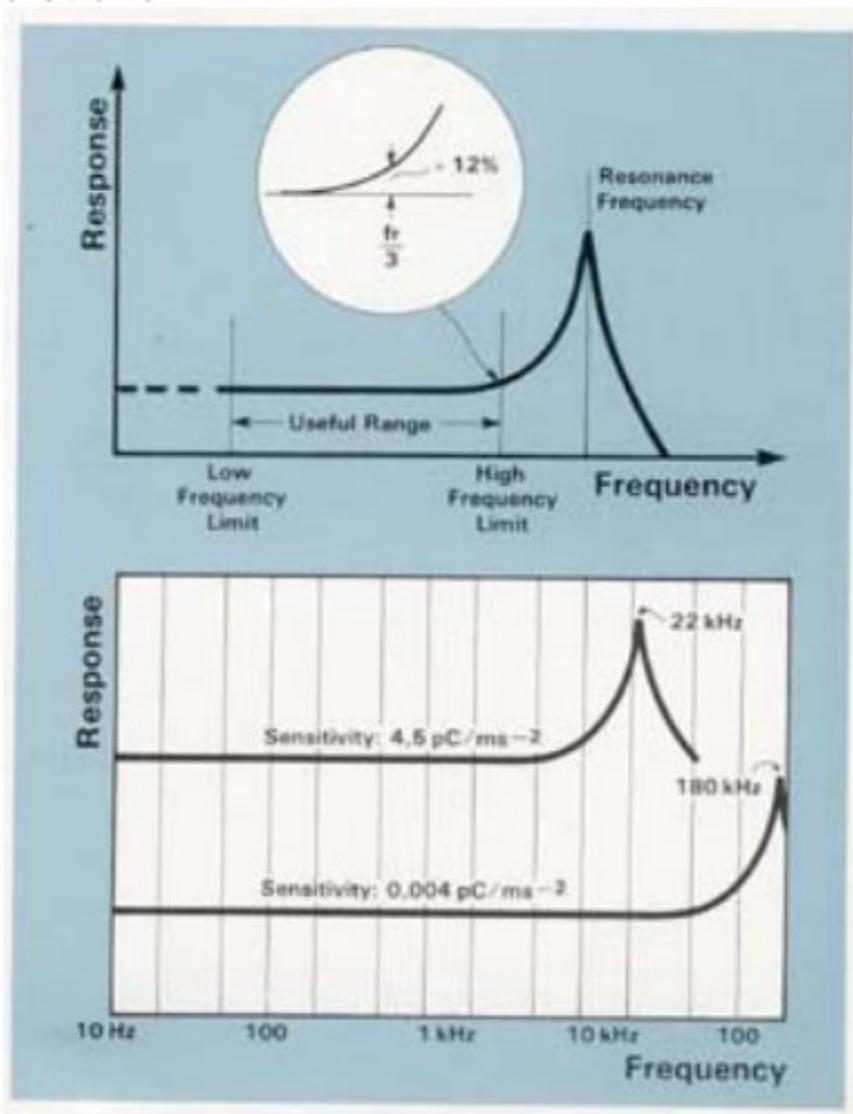


Efeitos indesejados

Cablagem



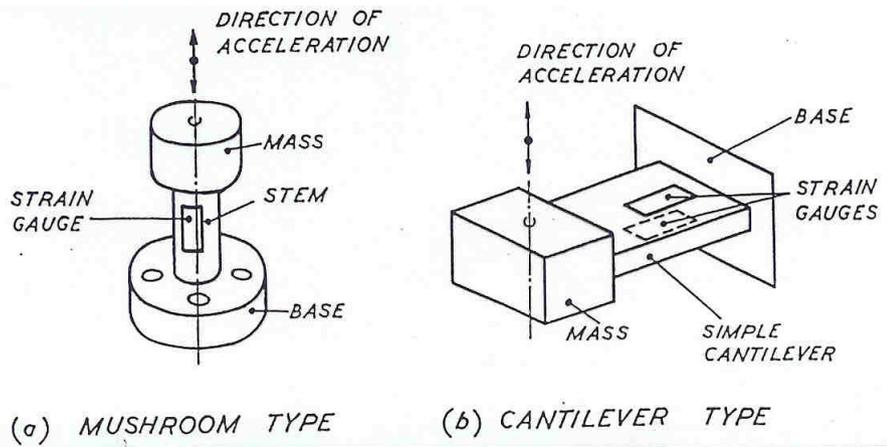
Erros devido a ressonância do acelerômetro



Outros Tipos de Acelerômetros

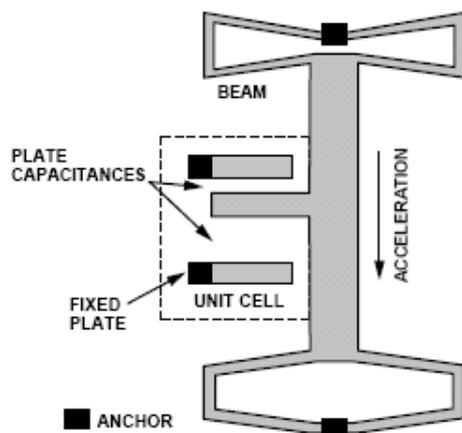
Acelerômetros Strain Gauge

- Estático e dinâmico

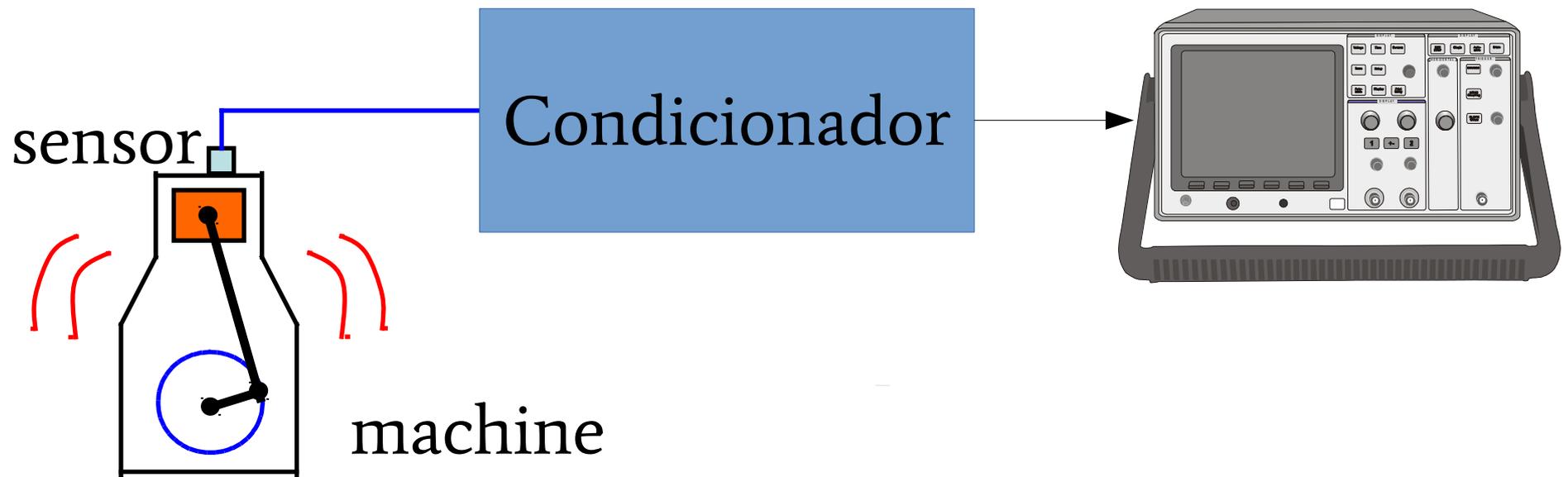


Acelerômetros MEMS

- Estático e dinâmico



Condicionamento de Sinal



Porque usar um condicionador de sinais ?

- Mudança de impedância
- Amplificar/atenuar
- Filtrar baixa/alta frequências
- Integrar/Diferenciar o sinal

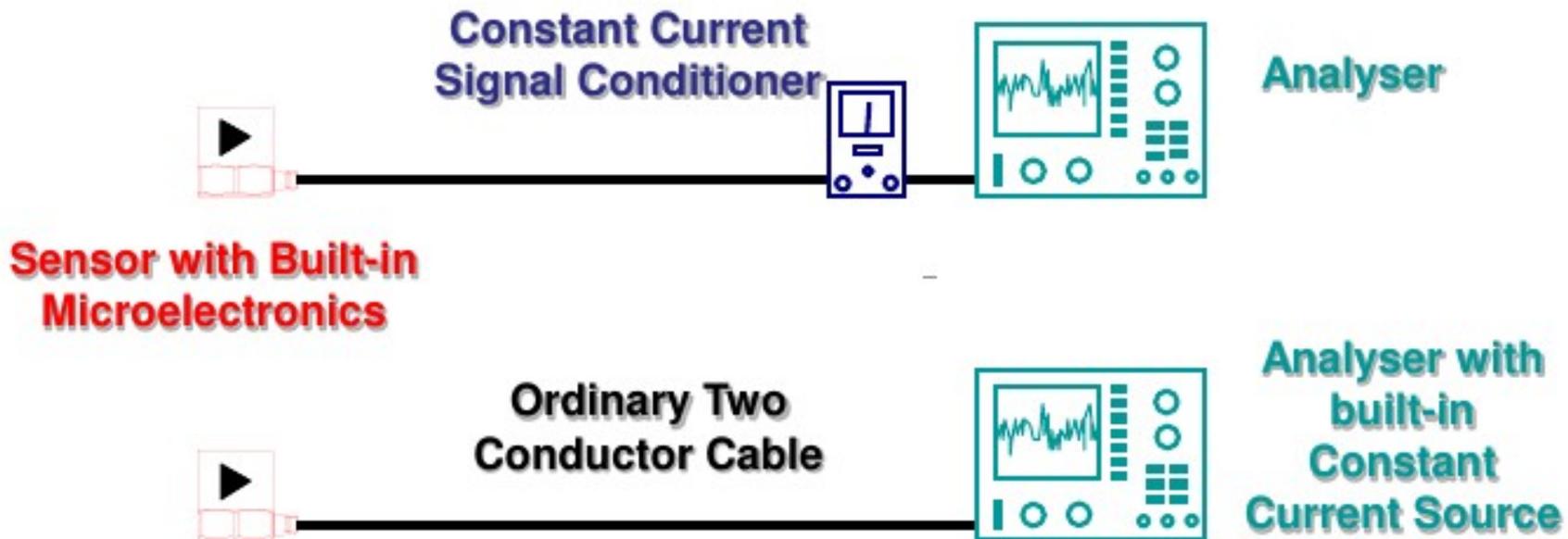
Condicionamento de Sinal

Sensores em modo Carga (corrente)

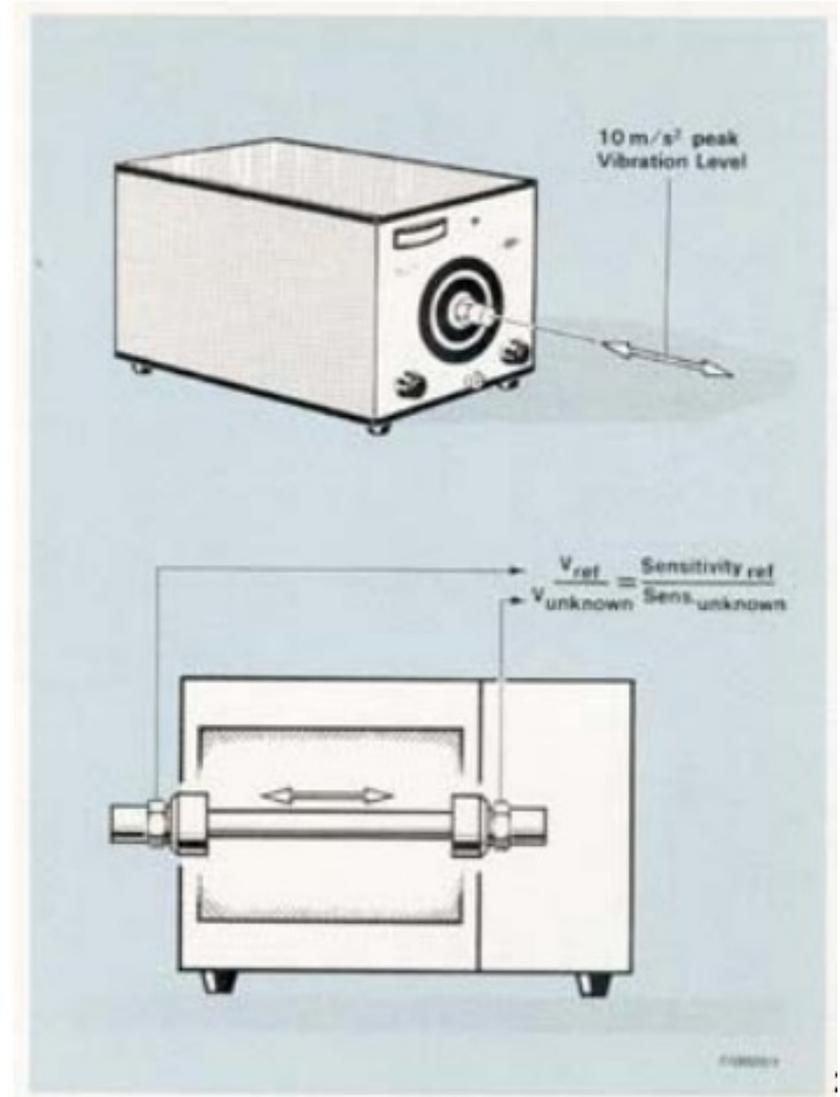
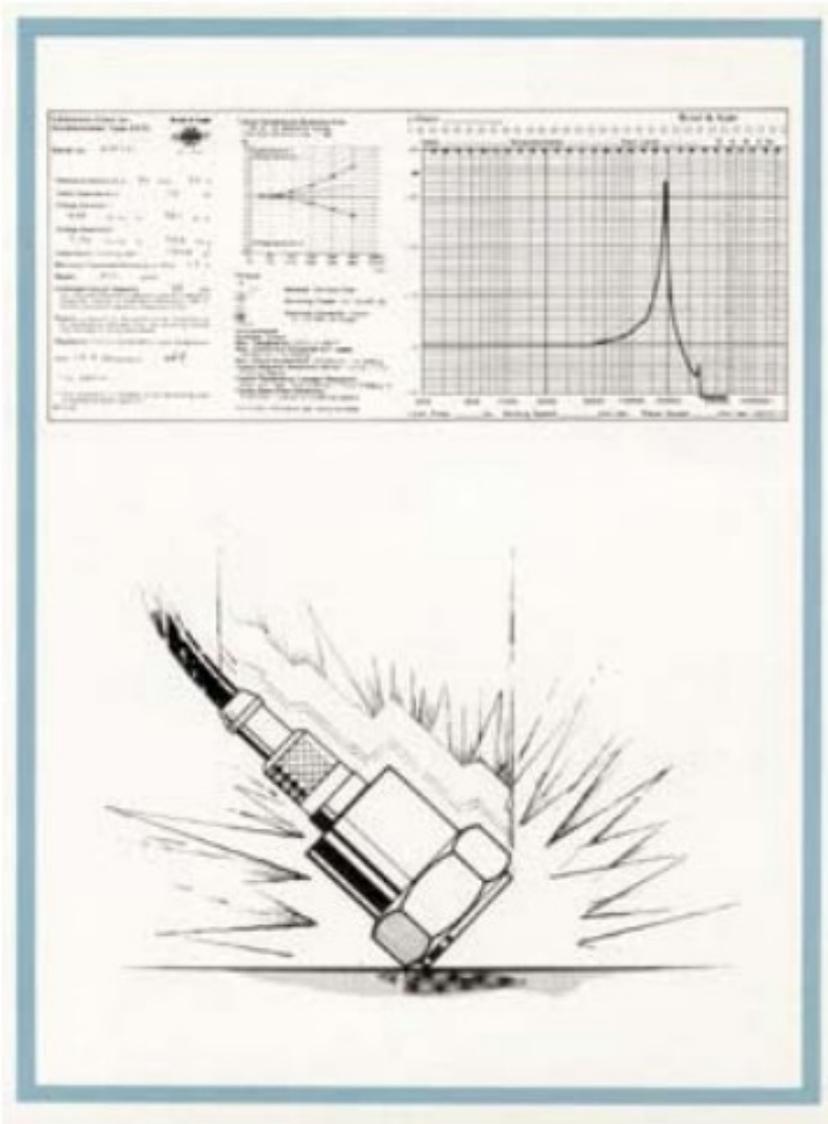


Condicionamento de Sinal

Sensores do tipo IEPE



Calibração



Calibração



Platinum Stock Product
LIFETIME WARRANTY
Delivery Now!