

1.3) Classificações



⌘ Duas possíveis classificações (entre outras):

- De acordo com sua **Aplicação**
- De acordo com suas **Características**

1.3) Classif. pela Aplicação

⌘ Três grandes classes:

- Instrumentos para **medição de quantidades físicas**
- Instrumentos para **monitoração de funções**
- Instrumentos componentes de **sistemas automáticos de controle**

1.3) Classif. pela Aplicação

⌘ Três grandes classes:

- Instrumentos para **medição de quantidades físicas**
 - ☒ avaliadas em termos de unidades padrão
 - ☒ aplicações típicas: comércio e indústria
 - ☒ exemplos: balança, multímetro, medidor de espessura, termômetro doméstico
- Instrumentos para monitoração de funções
- Instrumentos componentes de sistemas automáticos de controle

1.3) Classif. pela Aplicação

⌘ Três grandes classes:

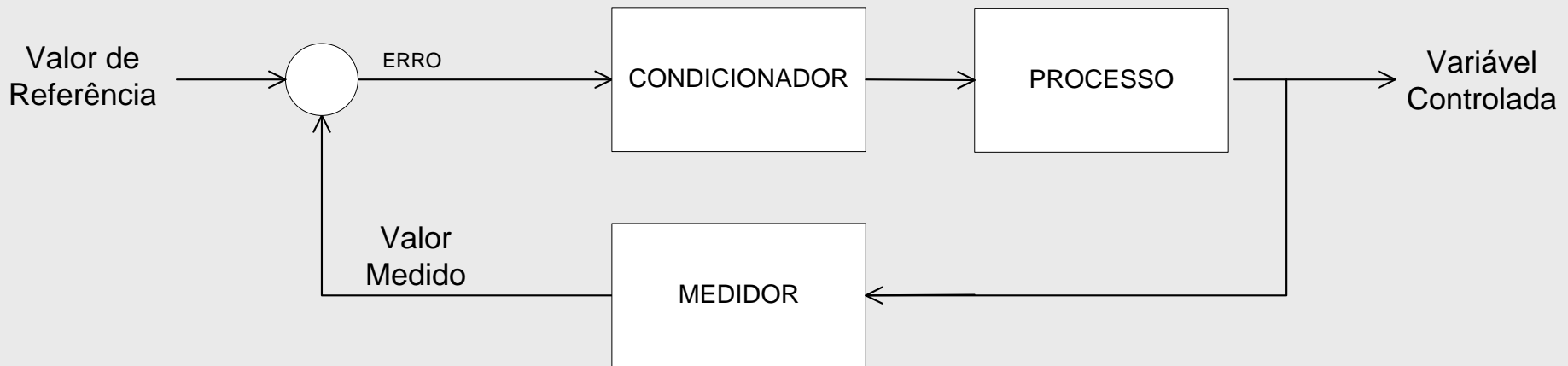
- Instrumentos para medição de quantidades físicas
- Instrumentos para **monitoração de funções**
 - ⊗ indicam ou registram a evolução dos valores de uma determinada variável.
 - ⊗ ex: osciloscópio, eletrocardiógrafo.
- Instrumentos componentes de sistemas automáticos de controle

1.3) Classif. pela Aplicação

⌘ Três grandes classes:

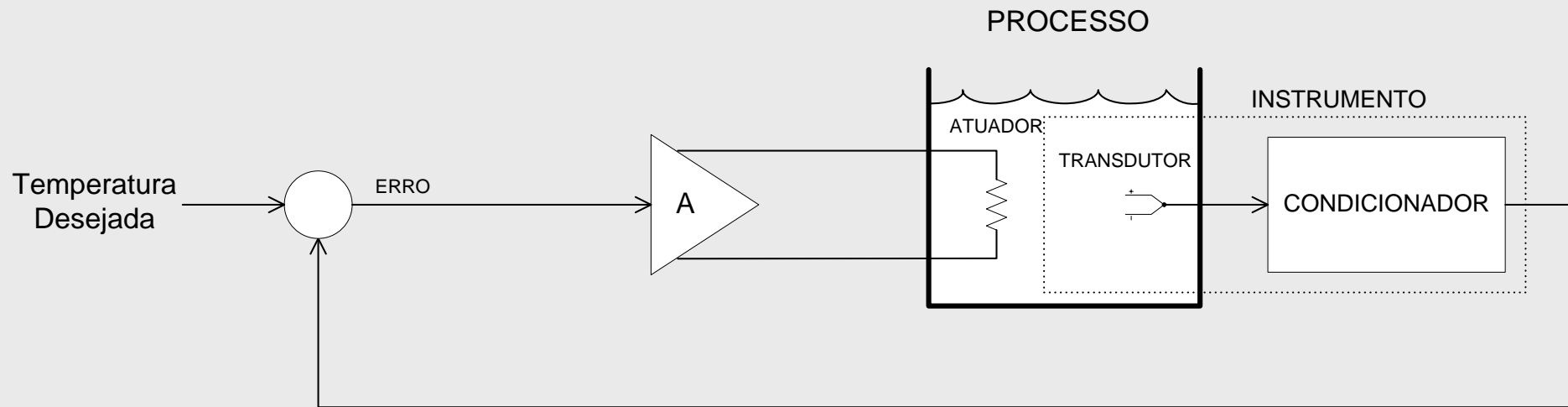
- Instrumentos para medição de quantidades físicas
- Instrumentos para monitoração de funções
- Instrumentos componentes de **sistemas automáticos de controle**
 - ☒ usualmente responsáveis pelo sinal de realimentação em sistemas de controle contínuo em malha fechada.
 - ☒ Ex: termômetro eletrônico de um controlador de processo químico.

1.3) Classif. pela Aplicação



Sistema Automático de Controle

1.3) Classif. pela Aplicação



Exemplo de Sistema Automático de Controle

1.3) Class. Por Características



⌘ Várias classificações possíveis:

- Passivos x Ativos
- Absoluto x Relativo
- Deflexão x Detecção de Nulo
- Medição x Controle
- Analógicos x Digitais
- Invasivos x Não-Invasivos
- Intrusivos x Não-Intrusivos
- Natureza das grandezas medidas

1.3) Class. Por Características

⌘ Instrumentos Passivos x Instrumentos Ativos:

- **Passivos:** Energia para gerar o sinal de saída é retirada da **própria excitação** da entrada
- **Ativos:** Saída é obtida pela "**modulação**" de uma **fonte externa**, de acordo com o valor da variável a ser medida.
 - Usualmente a fonte é **elétrica**, mas pode ser de outro tipo de energia, como pneumática ou hidráulica

1.3) Class. Por Características

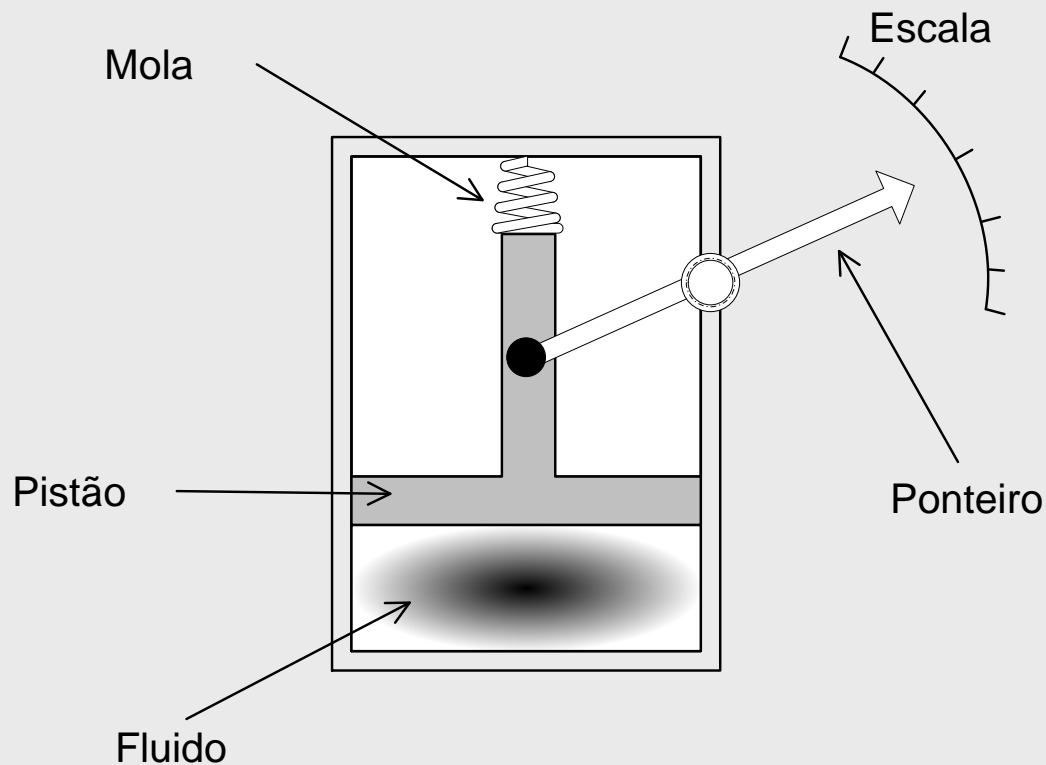


⌘ Instrumentos Passivos x Instrumentos Ativos:

- **Passivos:** Geralmente são de construção mais simples e portanto **mais econômicos**.
- **Ativos:** Geralmente têm melhor **resolução**.

1.3) Class. Por Características

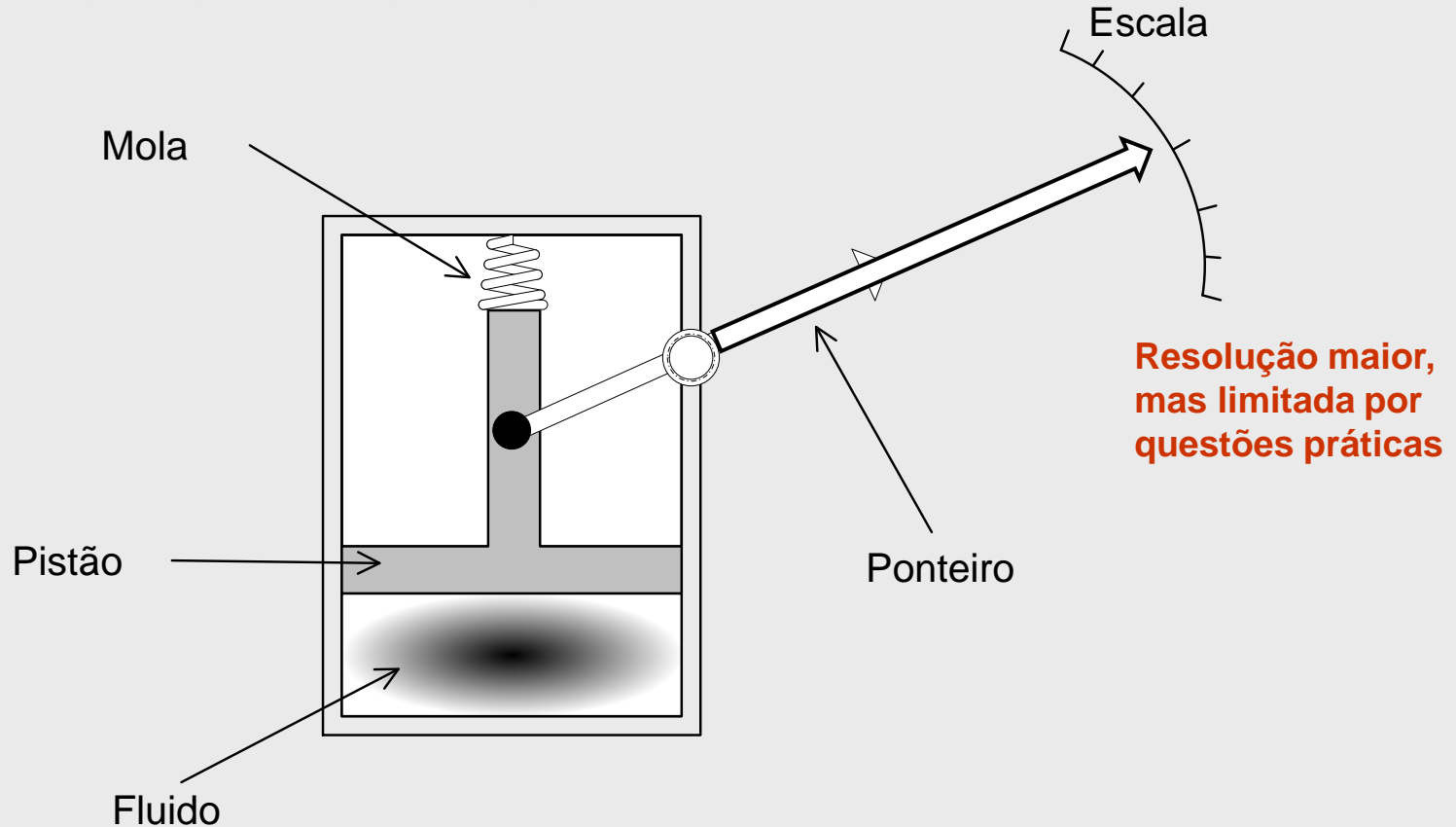
⌘ Instrumentos Passivos x Instrumentos Ativos:



Medidor de Pressão Passivo

1.3) Class. Por Características

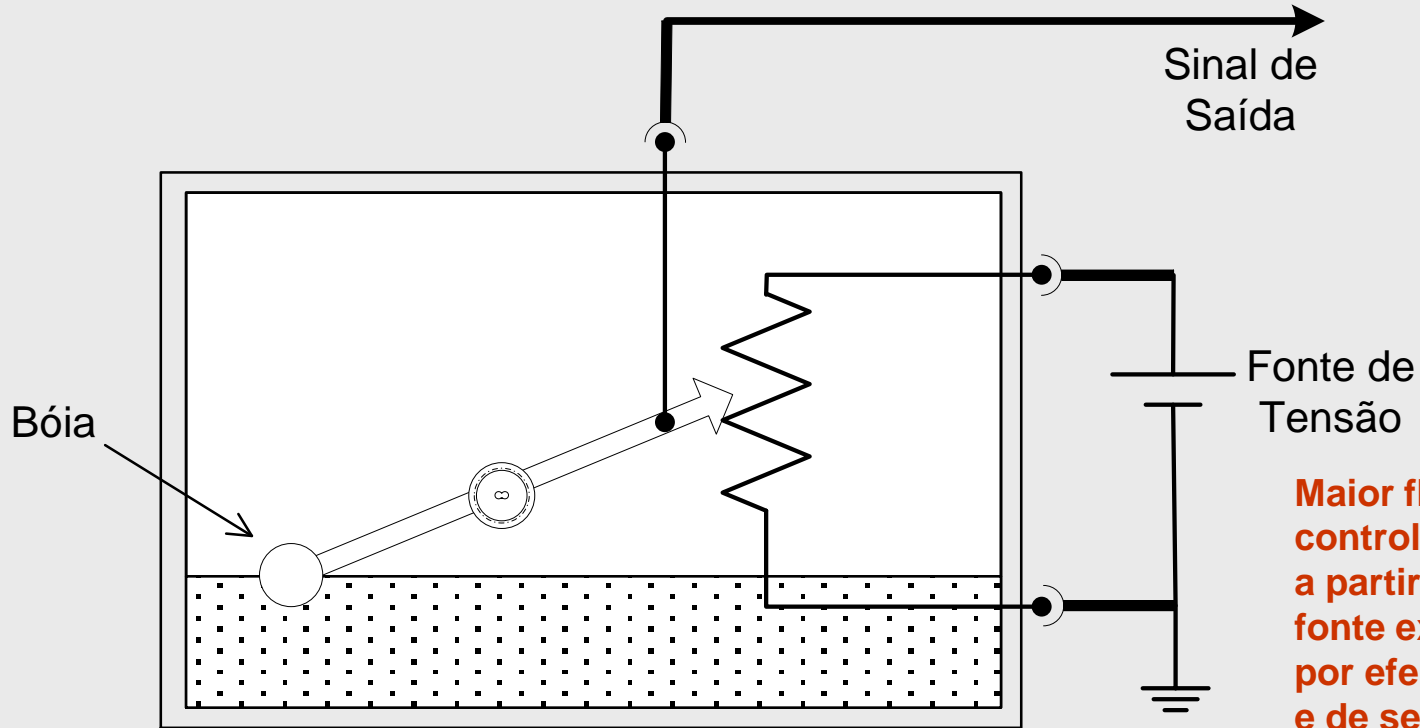
⌘ Instrumentos Passivos x Instrumentos Ativos:



Medidor de Pressão Passivo

1.3) Class. Por Características

⌘ Instrumentos Passivos x Instrumentos Ativos:



Maior flexibilidade no controle da Resolução, a partir da magnitude da fonte externa, limitada por efeitos térmicos e de segurança

Medidor Ativo de Nível de Tanque de Petróleo

1.3) Class. Por Características

⌘ Absoluto x Relativo:

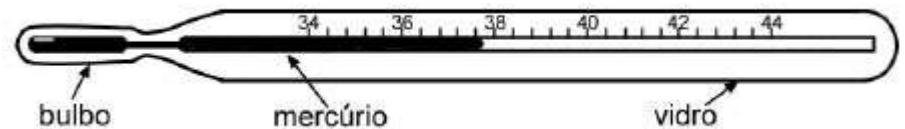
- **Absoluto**: o sensor reage ao estímulo diretamente em uma escala absoluta.
Ex.: termômetro de bulbo, strain gauge, termistor, etc.
- **Relativo**: o estímulo é medido em relação a um valor fixo ou variável de referência.
Ex.: manômetro, barômetro, termopar, etc

1.3) Class. Por Características

⌘ Absoluto x Relativo:



Temperatura lida diretamente na escala do sensor



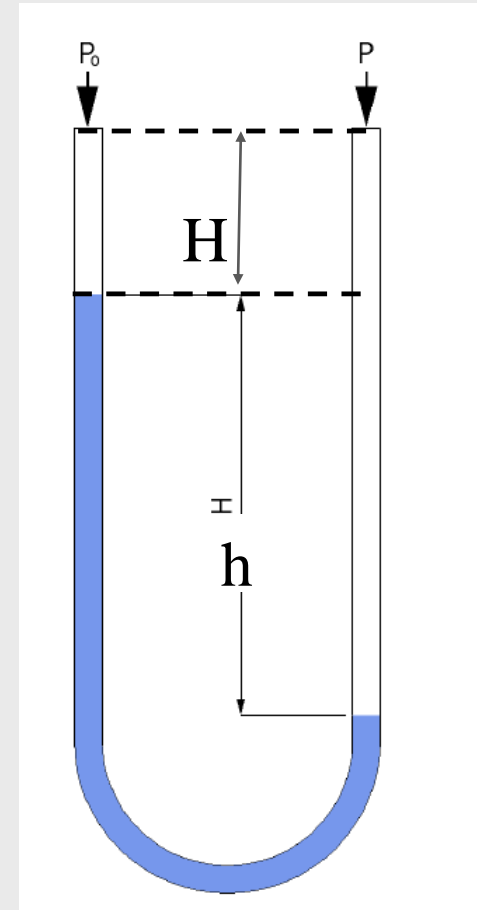
Termômetro de bulbo

1.3) Class. Por Características

⌘ Absoluto x Relativo:

Pressão é dada pela diferença de altura de líquido entre os dois lados do manômetro

Manômetro em U



1.3) Class. Por Características

⌘ Absoluto x Relativo:

- **Absoluto**: o sensor reage ao estímulo diretamente em uma escala absoluta.
Ex.: termômetro de bulbo, strain gauge, termistor, etc.
- **Relativo**: o estímulo é medido em relação a um valor fixo ou variável de referência.
Ex.: manômetro, barômetro, termopar, etc

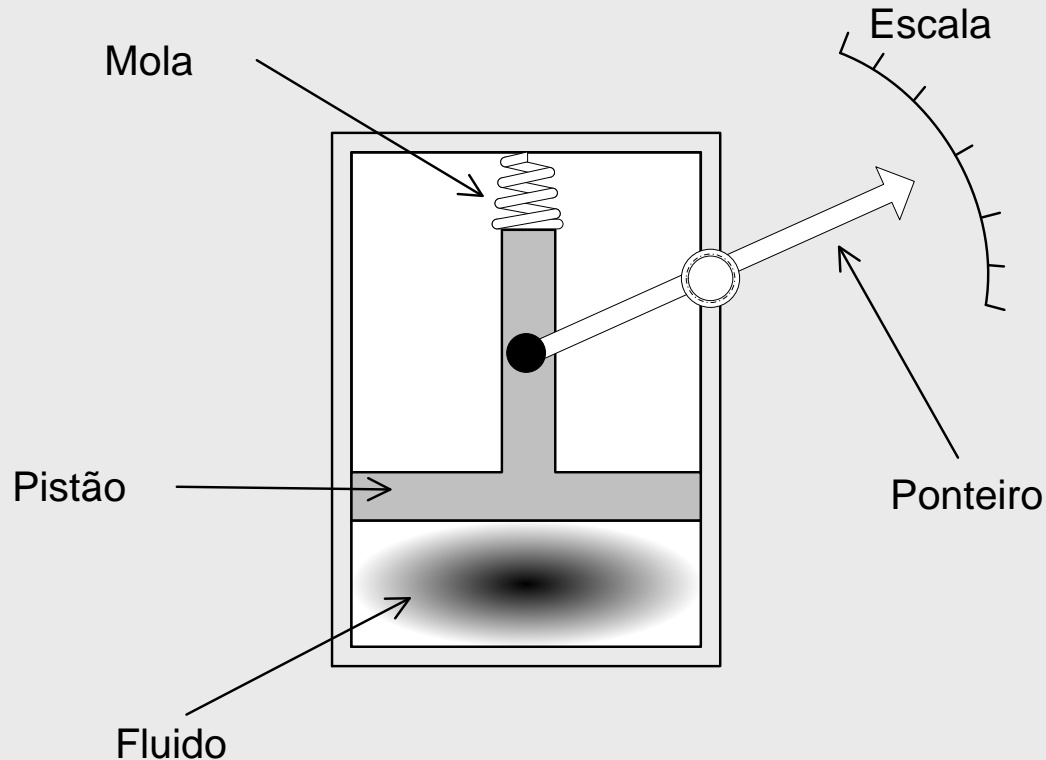
1.3) Class. Por Características

⌘ Deflexão (Indicação Direta) x Detecção de Nulo:

- **Deflexão**: valor da quantidade sendo medida é mostrado por meio do movimento de um ponteiro (ou pela variação de um mostrador).
- **Detecção de Nulo**: adicionam-se valores padronizados e conhecidos até que uma posição de equilíbrio seja atingida. **Geralmente têm maior exatidão.**

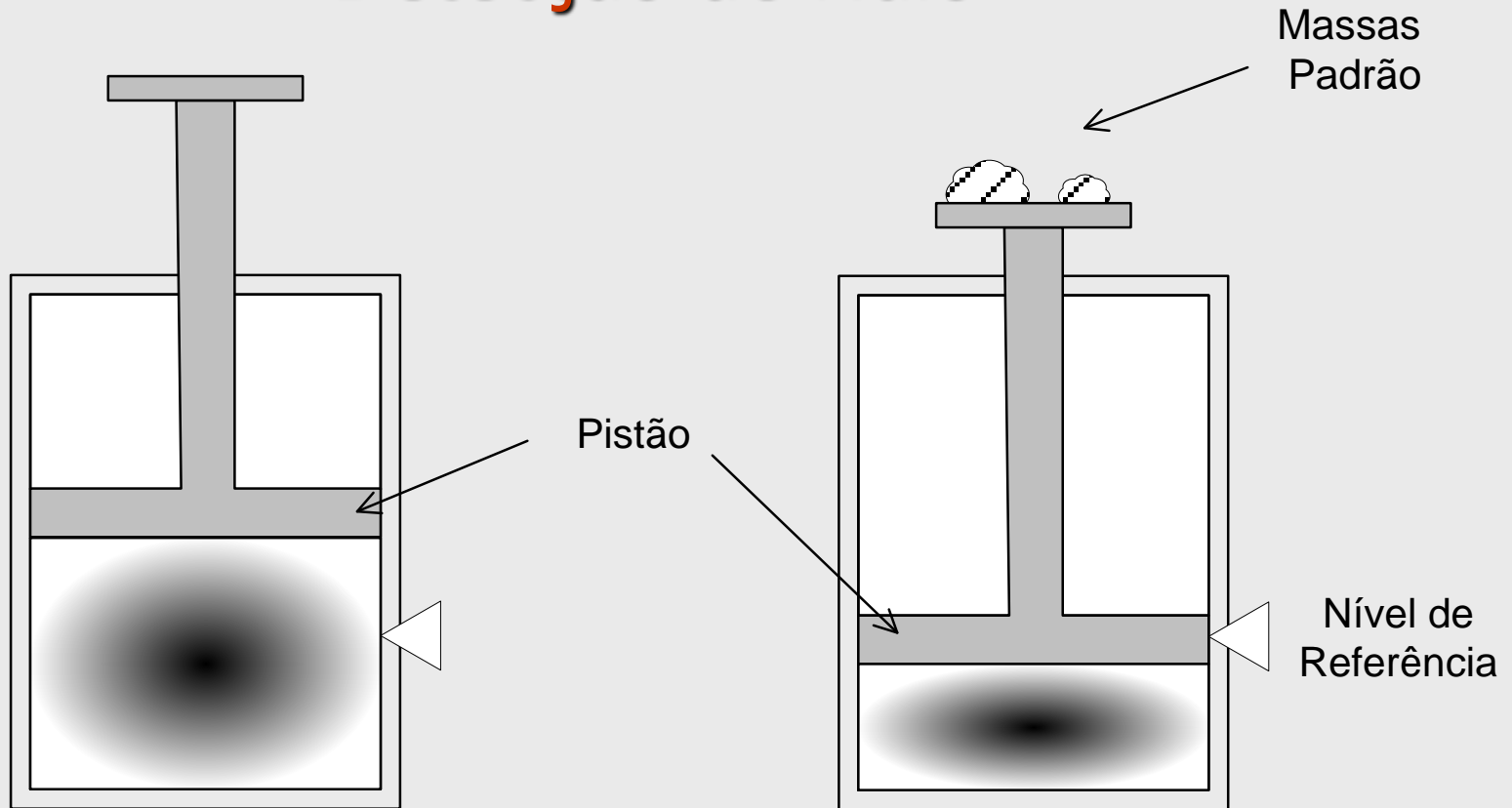
1.3) Class. Por Características

⌘ Deflexão x Detecção de Nulo:



1.3) Class. Por Características

⌘ Deflexão x Detecção de Nulo:



1.3) Class. Por Características

⌘ Deflexão (Indicação Direta) x Detecção de Nulo:

- **Deflexão**: exatidão depende da linearidade e da calibração da mola
- **Detecção de Nulo**: exatidão depende da calibração das massas padrão, que normalmente **é muito mais fácil** que a calibração da mola.

1.3) Class. Por Características

⌘ Medição x Controle:

➤ Medição:

- ☒ instrumentos que fornecem apenas uma **indicação visual** (ou auditiva) da magnitude da quantidade física sendo medida
- ☒ **não podem** ser incluídos em uma **malha de controle**
- ☒ normalmente incluem todos os instrumentos de **detecção de nulo** e a maioria dos **instrumentos passivos**.
- ☒ **Exemplo**: termômetro de mercúrio.

1.3) Class. Por Características

⌘ Medição x Controle:

➤ Controle:

- ☒ instrumentos que fornecem uma saída na forma de um **sinal elétrico** (ou óptico, ou pneumático), proporcional à magnitude da quantidade física sendo medida
- ☒ **podem** ser incluídos em uma **malha de controle**
- ☒ normalmente incluem os instrumentos de **deflexão** e a maioria dos **instrumentos ativos** .
- ☒ **Exemplo** : termopares, *strain gauges*.

1.3) Class. Por Características

⌘ Instr. Analógicos x Instr. Digitais:

- **Analógicos**: a indicação é uma função contínua do mensurando ou do estímulo; resolução teórica **infinita**.
- **Digitais**: indicação em forma digital, em escala **quantizada**; resolução dependente da **quantização**; usualmente requerem conversão A/D, o que **encarece** e torna **mais lento** o instrumento.

1.3) Class. Por Características

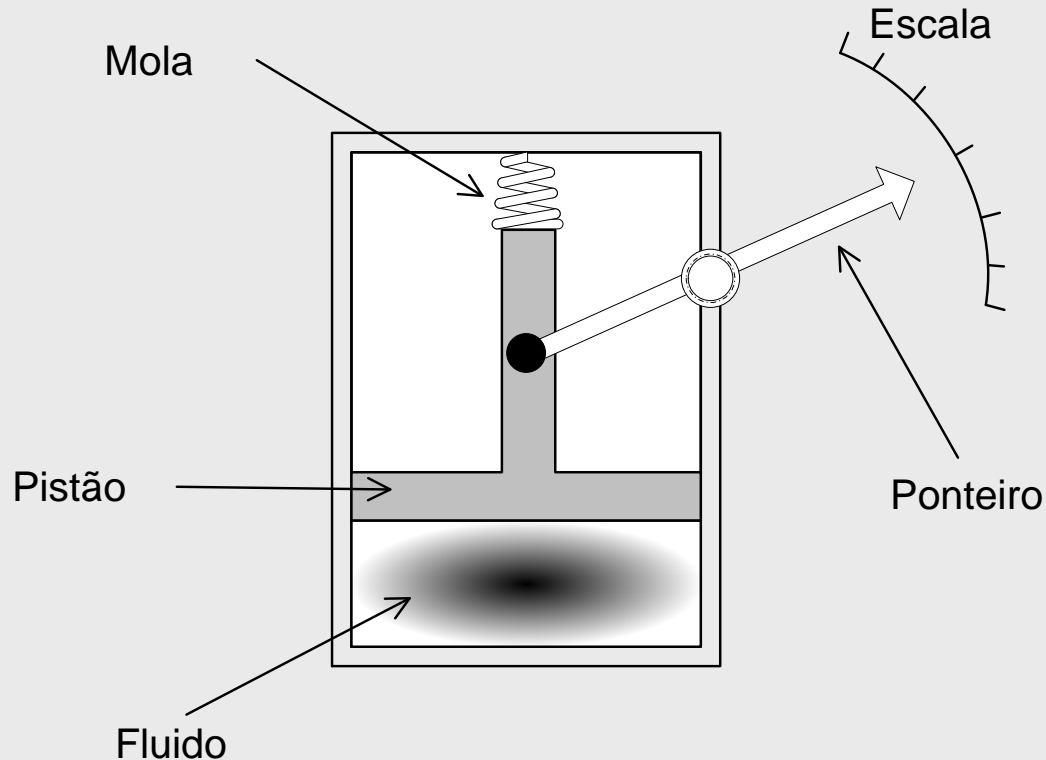


⌘ Instrumentos Digitais:

- **"Naturalmente" Digitais:** medem grandezas que já são discretas por natureza, como contadores em geral.
- **Amostrados:** medem variáveis de natureza contínua, mas utilizam um processo de amostragem e quantização dos valores contínuos.

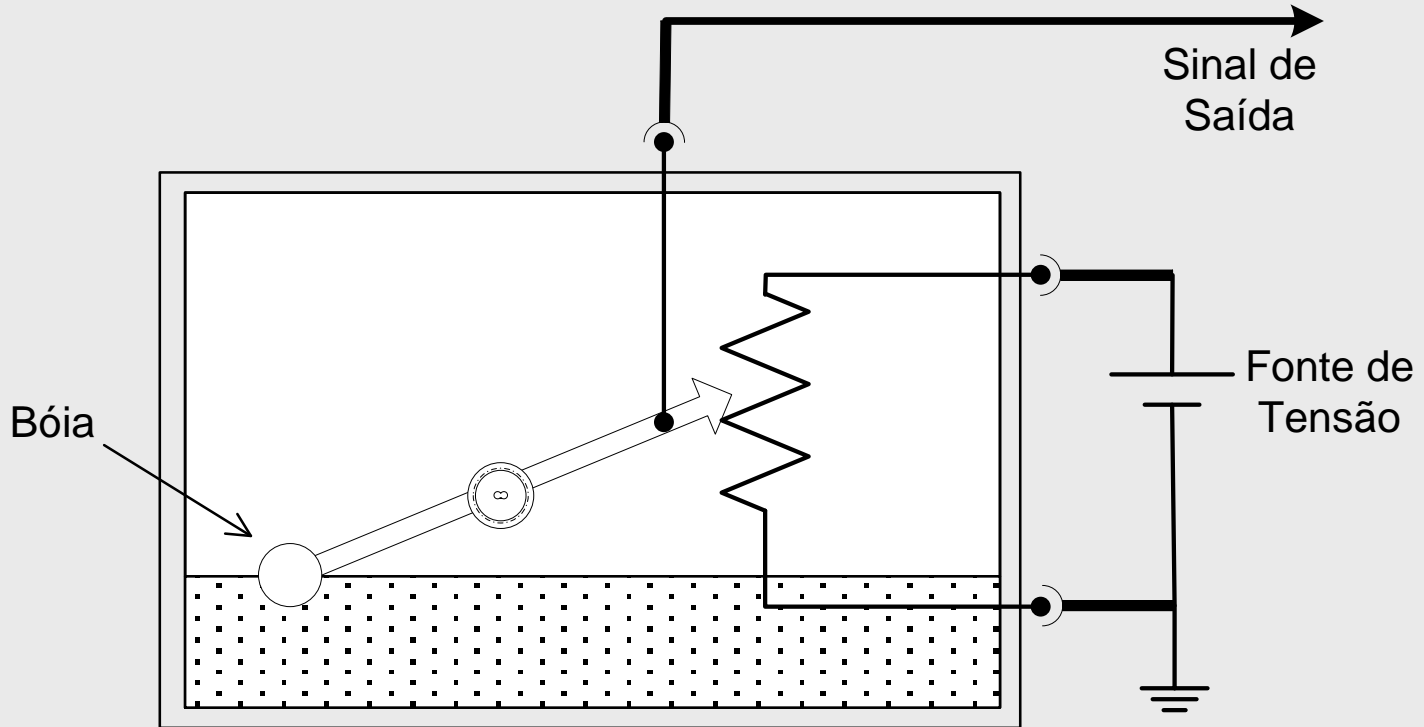
1.3) Class. Por Características

⌘ Instr. Analógicos x Instr. Digitais:



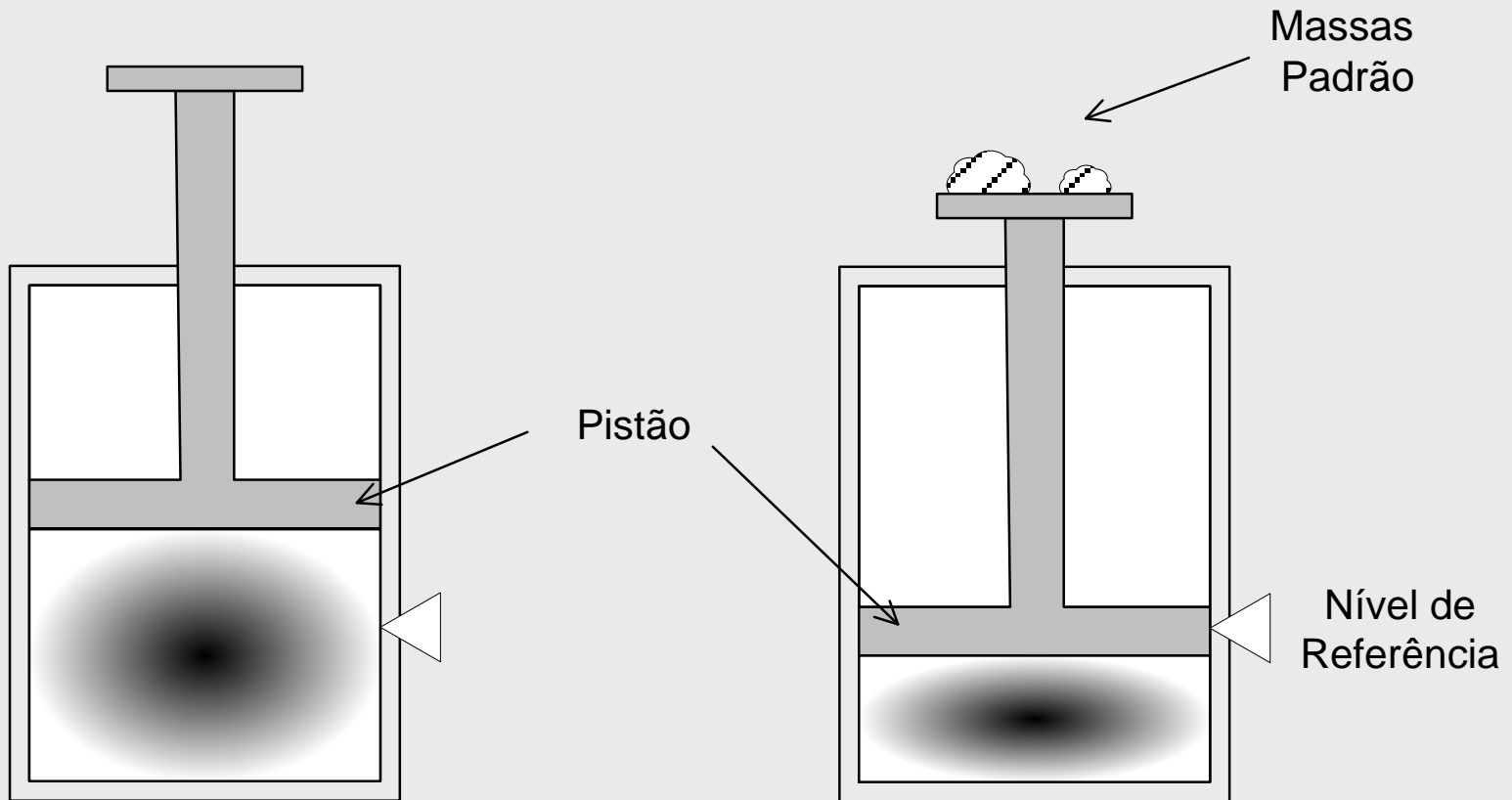
1.3) Class. Por Características

⌘ Instr. Analógicos x Instr. Digitais:



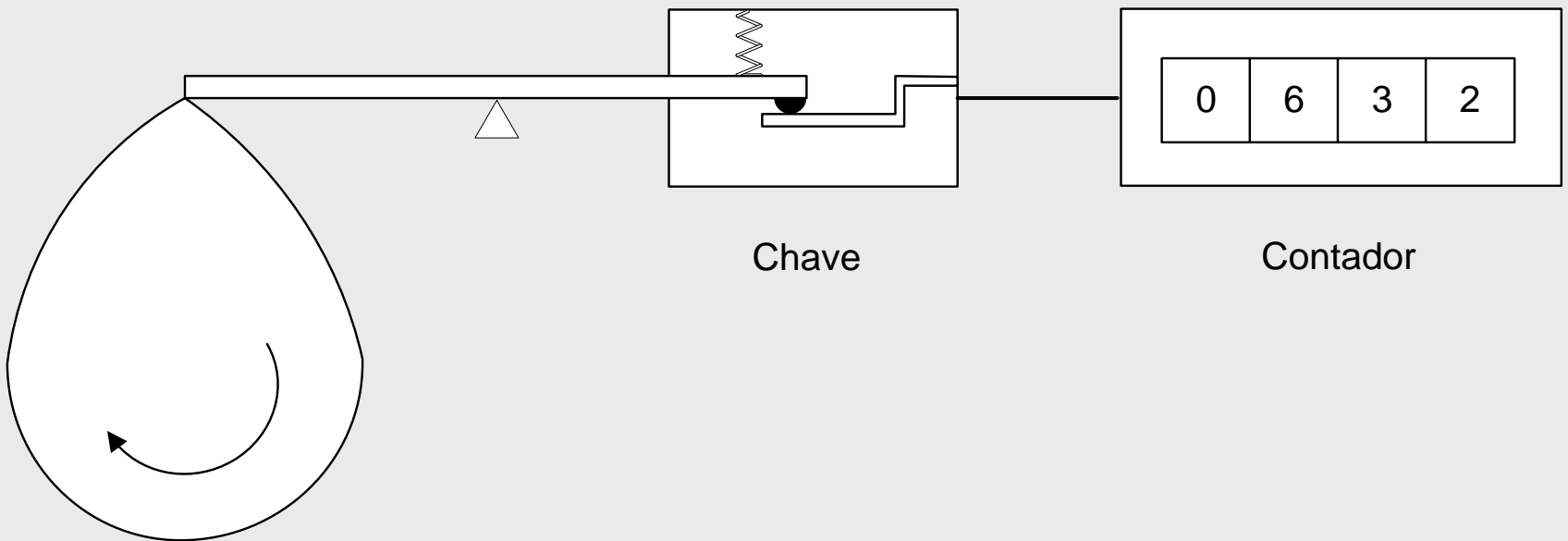
1.3) Class. Por Características

⌘ Instr. Analógicos x Instr. Digitais (Amostrado):



1.3) Class. Por Características

⌘ Instr. Digital x Instr. "Naturalmente" Digital:



Contador de Revoluções

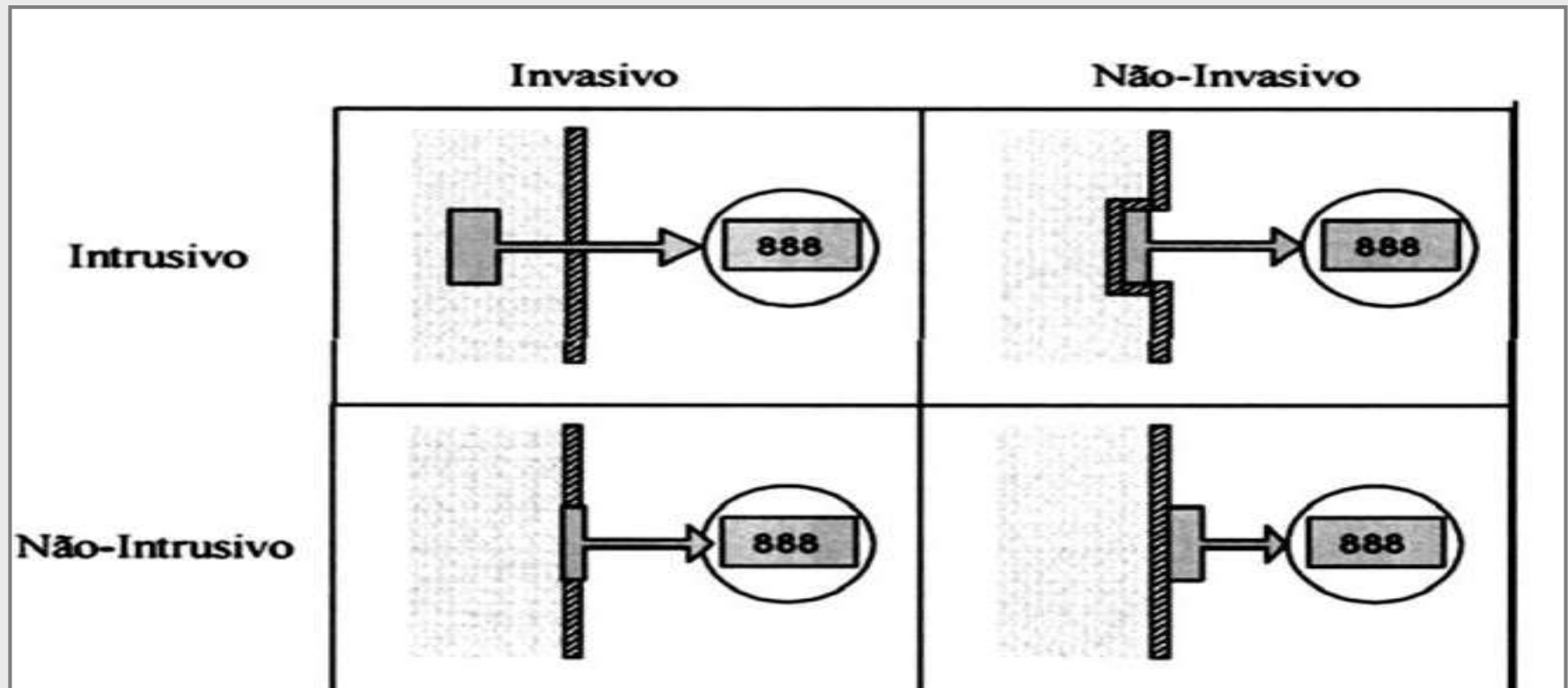
1.3) Class. Por Características

⌘ Invasividade e Intrusividade:

- ☑ Transdutores **INVASIVOS**: são aqueles que têm contato e apresentam interação físico-química com o processo em que se efetua a medida.
- ☑ Transdutores **INTRUSIVOS**: são aqueles que têm interação físico-química com o processo em que se efetua a medida

1.3) Class. Por Características

⌘ Invasividade e Intrusividade:



1.3) Class. Por Características

⌘ Natureza das grandezas medidas

Tipo	Detecção
Sensor Térmico	Temperatura, calor específico, fluxo de calor, etc
Sensor Elétrico	Carga, corrente, voltagem, resistência, indutância, etc
Sensor Magnético	Fluxo Magnético, Momento magnético, etc
Sensor Óptico	Intensidade de luz, comprimento de onda, polarização, etc.
Sensor Mecânico	Comprimento, aceleração, força, pressão, etc.
Sensor Químico	Composição, concentração, pH, etc

Exemplos de Instrumentos de Medição

