

**Fundamentos
da Metrologia**



**e Avaliação da
Conformidade**

Instrumentos de Medição



SUMÁRIO

Introdução

1. Parâmetros característicos dos sistemas de medição

Faixa de indicação

Exatidão de um instrumento de medição

Repetitividade (precisão)

Reprodutibilidade

Faixa de medição

Valor de uma divisão

Incremento digital

Resolução

Sensibilidade

Padrões de medida

Síntese da aula

Glossário

Referências

**“São muitos os que usam a régua, mas poucos os
inspirados”
Platão**

Introdução

Ao fazermos medidas, empregamos instrumentos de medição, que podem ser utilizados isoladamente ou em arranjos. O uso dos instrumentos é feito de acordo com métodos de medição. O método de medição é que determina o instrumento a ser utilizado.

Os métodos de medição podem ser classificados como diretos ou indiretos. No primeiro caso, utilizamos diretamente o instrumento para obter o resultado da medição desejada. No segundo caso, as medições são efetuadas indiretamente ou por comparações com valores conhecidos.

Muitos termos são utilizados para descrever dispositivos utilizados em medições esses instrumentos de medição. O Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais em Metrologia – VIM, cita alguns desses termos, tais como:

8. Elemento
9. componente
10. parte
11. transdutor de medição
12. dispositivo de medição
13. material de referência
14. medida materializada
15. instrumento de medição
16. aparelhagem
17. equipamento
18. cadeia de medição
19. sistema de medição
20. instalação de medição

Vamos destacar dois destes termos: instrumento de medição e medida materializada.

Instrumento de medição se define como:

Qualquer dispositivo utilizado para uma medição, sozinho ou em conjunto com dispositivo(s) complementar(es).

Uma medida materializada é um:

Dispositivo destinado a reproduzir ou fornecer, de maneira permanente, durante seu uso, um ou mais valores conhecidos de uma dada grandeza.

Note a diferença entre as duas definições. No primeiro caso, temos um dispositivo com o qual realizamos uma medição: uma régua, um termômetro, por exemplo. No segundo caso, temos um dispositivo que já traz um valor específico de uma grandeza.

Conheça alguns exemplos de medida materializada:

- a) uma massa;
- b) uma medida de volume (de um ou vários valores, com ou sem escala);
- c) um resistor elétrico padrão;
- d) um bloco padrão;
- e) um gerador de sinal padrão;
- f) um material de referência.



Fonte: <http://www.toledobrasil.com.br/servicos/pesos.php>, acessado em 11/04/2012.

1. Parâmetros característicos dos sistemas de medição

Conheça a seguir, com mais profundidade, os diversos conceitos dos parâmetros utilizados para classificar os instrumentos de medição. As definições desses e de outros parâmetros estão no VIM, que deve ser frequentemente acessado como uma ferramenta permanente de estudo.

Faixa de Indicação

A faixa de indicação é o:

conjunto de valores limitados pelas indicações extremas, ou seja, a amplitude de medição.

Nos instrumentos digitais, a faixa de indicação é representada por dígitos. Pode-se observá-las nos seguintes exemplos:

1. Termômetro clínico com faixa de (35 a 42) °C;
2. Manômetro com faixa de (0 a 100) bar;
3. Paquímetro com faixa de (0 a 300) mm;
4. Balança com faixa de (0 a 1000) g.

Exatidão de um instrumento de medição

A faixa de indicação é o:

É a aptidão de um instrumento de medição para dar respostas próximas ao valor verdadeiro.

Considerando o valor de um padrão de medição como o valor verdadeiro, a exatidão do instrumento está relacionada à sua capacidade em apresentar os resultados das medições o mais próximo possível do valor deste padrão.

Repetitividade (precisão)

É a aptidão de um instrumento de medição em fornecer indicações muito próximas, em repetidas aplicações do mesmo mensurando, sob as mesmas condições de medição.

Pode ser expressa, quantitativamente, em termos da dispersão das indicações, ou seja, será a faixa de valores dentro da qual, com uma probabilidade estatística definida de 95,45%, se situará o valor da indicação de um sistema de medição, para as condições em que a medição é efetuada.

Reprodutibilidade

É a aptidão de um instrumento de medição em fornecer indicações muito próximas, em repetidas aplicações do mesmo mensurando, sob condições diferentes de medição.

Faixa de medição

Denomina-se faixa de medição:

o conjunto de valores para o qual se admite que o erro de um instrumento de medição mantém-se dentro dos limites especificados.

A faixa de medição é menor ou, no máximo, igual à faixa de indicação, e pode ser obtida nos manuais, normas técnicas ou relatórios de calibração.

Um bom exemplo de faixa de medição é o multímetro digital de 3½ dígitos, que mede tensão elétrica na faixa de indicação de 0 a 700 V. Note que essa faixa de indicação está subdividida nas seguintes faixas de medição: (0 a 2) V; (0 a 20) V; (0 a 200) V; (0 a 700) V. Note que o multímetro mede tensão contínua e alternada. No presente caso, estamos usando como exemplo a tensão alternada ($V\sim$).



Faixas de medição
(0, 2)
(0, 20)
(0, 200)
(0, 700)

Faixa de
indicação (0, 700)

Multímetro Digital

Valor de uma divisão (VD)

É a diferença entre os valores da escala correspondentes a duas marcas sucessivas e expresso na unidade marcada.

O termômetro que usamos em casa é um instrumento que possui valor de uma divisão bastante conhecido. O valor da divisão é igual a 1 °C.



Incremento digital

Corresponde à menor variação da indicação direta possível nos instrumentos com mostradores digitais sobre a escala.

Resolução

É a menor diferença entre indicações de um **dispositivo mostrador** que pode ser significativamente percebida.

A resolução pode ser imediata ou pode depender de uma estimativa, varia de acordo com o instrumento de medição.

Nos mostradores digitais, a resolução corresponde ao incremento digital.

Podem ser citados como exemplos:



TEMPERATURA \Leftrightarrow resolução de 0,1 °C

UMIDADE \Leftrightarrow resolução de 1 %

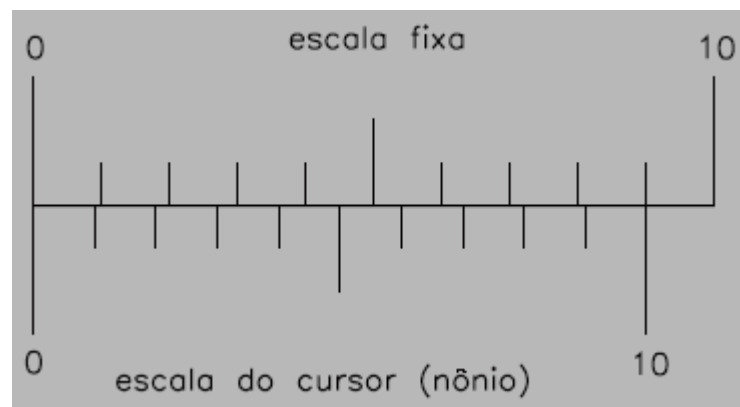
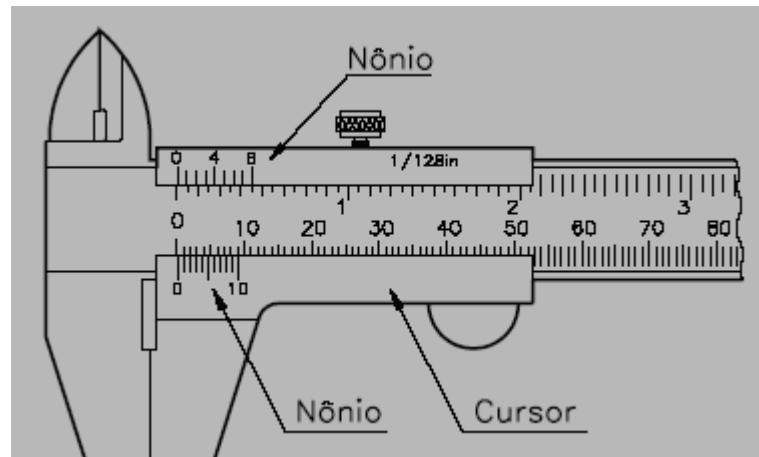
Para mostradores analógicos, a resolução deverá ser avaliada pelo operador.

A resolução de leitura será sempre o menor valor que, com segurança, pode ser lido em uma medição. Ou seja, a resolução refere-se à menor variação dessa grandeza que pode ser percebida, com segurança, pelo operador.

Na figura seguinte representamos um detalhe da escala do termômetro. O valor da divisão é de 1°C, como já vimos. No caso do termômetro abaixo, o operador pode perceber uma variação da temperatura de 0,5°C.



Outro exemplo: A resolução de um paquímetro é definida pela relação entre o valor de uma divisão na escala fixa e o número de divisões do nônio. Um paquímetro com 1 mm de divisão na escala fixa e nônio com 10 divisões possui a resolução de 0,1 mm. Mesmo utilizando uma lupa e ampliando a visualização da escala, continuamos com a resolução de 0,1 mm.



Sensibilidade

A Sensibilidade é definida como sendo:

É a menor diferença entre indicações de um **dispositivo mostrador** que pode ser significativamente percebida.

Observe alguns exemplos:

- Um termômetro de resistência de platina, tipo Pt-100, apresenta uma

sensibilidade de 0,38 N/oC, ou seja, cada 1oC de estímulo provoca uma variação na resistência elétrica de 0,38 ohms;

- A sensibilidade de um eletrodo para medição de pH deve ser de 59,16m V/pH, ou seja, a variação de 1 pH na substância deve gerar 59,16 mV de variação na saída do eletrodo.
- Um termopar tipo K deve apresentar uma sensibilidade de 39,5 $\mu\text{V}/\text{oC}$. Para um tipo J, a sensibilidade deve ser de 50,4 $\mu\text{V}/\text{oC}$.

Padrões de medidas

São referências para as medições realizadas

- Medida materializada

Exemplo: massa padrão para balança, blocos padrão.



- Instrumento de medição

Exemplo: micrômetro

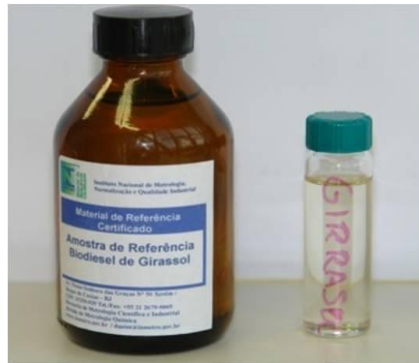


- Sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade.

Exemplo: a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).



- Material de referência
Exemplo: solução referência biodiesel de girassol





Síntese da Aula

Ao término desta aula onde falamos sobre instrumentos de medição, você deverá ter apreendido:

Os instrumentos de medição podem ser usados isoladamente ou em combinação;

O VIM define vários termos que se referem a instrumentos de medição;

Esses instrumentos indicam um ou mais valores de uma determinada grandeza;

Um sistema de medição é formado por um conjunto de equipamentos para executar-se uma medição específica. Este sistema, quando instalado de forma permanente, é chamado de instalação de medição;

A faixa de indicação ou amplitude da medição é sempre representada por dígitos, cujas escalas variam segundo os instrumentos;

Um instrumento de medição pode fornecer indicações muito próximas em repetidas aplicações no mesmo mesurado, mantendo-se sempre as mesmas condições (Repetitividade); em condições diferentes (Reprodutibilidade);

A faixa de medição mantém o erro de um instrumento de medição em uma amplitude de limites especificados;

O menor valor que pode ser lido, com precisão, em uma medição denomina-se Resolução.



Glossário

AMPLITUDE - distância entre as posições extremas de um objeto ou de um fenômeno.

BAR - é uma unidade de medida de pressão. Um bar = 10⁵ pascals.

MULTÍMETRO - aparelho de medição elétrica que permite determinar diferentes grandezas, como a intensidade da corrente, a resistência e a diferença de potencial.

DISPOSITIVO MOSTRADOR - parte de um instrumento de medição que apresenta uma indicação.

NÔNIO - instrumento de matemática, para medir as frações de uma divisão, numa escala graduada. Escala desse instrumento.

PAQUÍMETRO - instrumento de precisão para medir espessuras, pequenas distâncias e diâmetros.

ELETRODO - Condutor usado para estabelecer contato elétrico com uma porção não-metálica de um circuito. Também conhecido como meio usado entre um condutor elétrico e o objeto ao qual a corrente é aplicada.

pH - símbolo que significa o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio em moléculas-gramas por litro de solução, que é o valor de alcalinidade ou acidez. O pH é indicado por uma escala que vai de 0 a 14, na qual 7 é o ponto neutro que exprime o valor para a água pura a 25°C. Valores acima de 7 indicam alcalinidade crescente; abaixo de 7, acidez crescente.

TERMOPAR - dispositivo para a medição de temperatura, no qual dois condutores elétricos de metais dessemelhantes (como cobre e ferro) são unidos no ponto onde o calor deve ser aplicado e as extremidades livres são ligadas a um instrumento medidor (amperômetro, p ex), o qual, pelo registro da quantidade de corrente termelétrica produzida na junção dos condutores dessemelhantes, indica a temperatura naquele ponto; par termelétrico.



Referências

- LUFT, Celso Pedro, 1921 – *Minidicionário Luft* / colaboradores Francisco de Assis Barbosa, Manuel da Cunha Pereira; organização e supervisão Lya Luft. – São Paulo: Ática 2000.
- *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais deMetrologia*: portaria INMETRO nº. 029 de 1995 / INMETRO, SENAI - Departamento Nacional. 5. ed. – Rio de Janeiro: Ed. SENAI, 2007.
- http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal
- <http://www.dicionariodeportugues.com/>
- www.priberam.pt/dlpo
- <http://www.banasmetrologia.com.br/imprime.asp?codigo=1596>