

Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de METROLOGIA

Medições

1. Medição

Conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza.

Observação:

As operações podem ser feitas automaticamente.

2. Princípio de Medição

Base científica de uma medição.

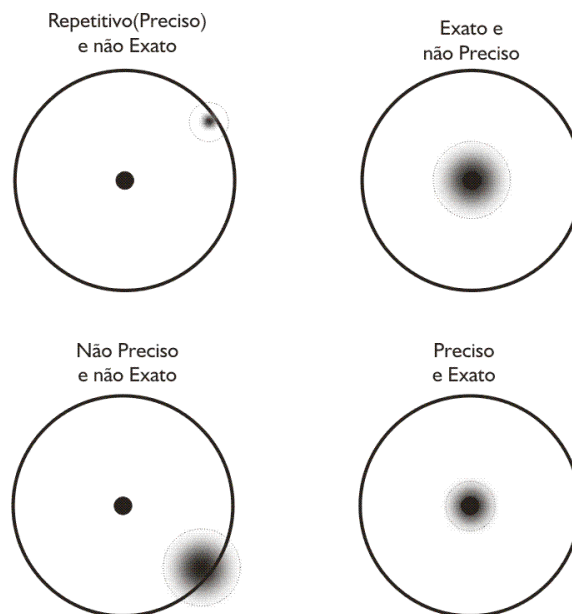
Exemplos:

- O efeito termoelétrico utilizado para a medição da temperatura;
- O efeito Josephson utilizado para a medição da diferença de potencial elétrico;
- O efeito Doppler utilizado para a medição da velocidade;
- O efeito Raman utilizado para medição do número de ondas das vibrações moleculares.

3. Método de Medição

Seqüência lógica de operações, descritas genericamente, usadas na execução das medições.

Repetitividade (Precisão) e Exatidão



4. Procedimento de Medição

Conjunto de operações, descritas especificamente, usadas na execução de medições particulares, de acordo com um dado método.

Observação:

Um procedimento de medição é usualmente registrado em um documento, que algumas vezes é denominado procedimento de medição (ou método de medição) e normalmente tem detalhes suficientes para permitir que um operador execute a medição sem informações adicionais.

5. Mensurando

Objeto da medição. Grandeza específica submetida à medição.

Exemplo:

Pressão de vapor de uma dada amostra de água a 20°C.

Observação:

A especificação de um mensurando pode requerer informações de outras grandezas como tempo, temperatura ou pressão.

6. Grandeza de Influência

Grandeza que não é o mensurando, mas que afeta o resultado da medição deste.

Exemplos:

- a) A temperatura de um micrômetro usado na medição de um comprimento;
- b) A frequência na medição da amplitude de uma diferença de potencial em corrente alternada;

7. Sinal de Medição

Grandeza que representa o mensurando ao qual está funcionalmente relacionada.

Exemplos:

- a) Sinal de saída elétrico de um transdutor de pressão
- b) Frequência de um conversor tensão-frequência

Observação:

O sinal de entrada de um sistema de medição pode ser denominado estímulo; o sinal de saída pode ser denominado resposta.

8. Resultado de uma Medição

Valor atribuído a um mensurando obtido por medição.

Observações:

- 1) Quando um resultado é dado, deve-se indicar, claramente, se ele se refere:
 - à indicação;
 - ao resultado não corrigido;
 - ao resultado corrigido;

e se corresponde ao valor médio de várias medições.

- 2) Uma expressão completa do resultado de uma medição inclui informações sobre a incerteza de medição.

9. Exatidão de Medição

Grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando.

Observações:

- 1) Exatidão é um conceito qualitativo.
- 2) O termo precisão não deve ser utilizado como exatidão.

10. Repetitividade (de resultados de medições)

Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição.

Observações:

- 1) Estas condições são denominadas condições de repetitividade.
- 2) Condições de repetitividade incluem:
 - mesmo procedimento de medição;
 - mesmo observador;
 - mesmo instrumento de medição, utilizado nas mesmas condições;
 - mesmo local;
 - repetição em curto período de tempo.

11. Reprodutibilidade (dos Resultados de Medição)

Grau de concordância entre os resultados (corrigidos) das medições de um mesmo mensurando efetuadas sob condições variadas de medição.

Observações:

- 1) Para que uma expressão da reprodutibilidade seja válida, é necessário que sejam especificadas as condições alteradas.
- 2) As condições alteradas podem incluir:
 - princípio de medição;
 - método de medição;

- observador;
- instrumento de medição;
- padrão de referência;
- local;
- condições de utilização;
- tempo.

12. Desvio Padrão Experimental

Para uma série de “n” medições de um mesmo mensurando, a grandeza “s”, que caracteriza a dispersão dos resultados, é dada pela fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}')^2}{n - 1}}$$

onde x_i representa o resultado da “iésima” medição e \bar{x}' representa a média aritmética dos “n” resultados considerados.

13. Incerteza de Medição

Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a um mensurando.

Observações:

- 1) O parâmetro pode ser, por exemplo, um desvio padrão (ou um múltiplo dele), ou a metade de um intervalo correspondente a um nível de confiança estabelecido.
- 2) A incerteza de medição compreende, em geral, muitos componentes. Alguns destes componentes podem ser estimados com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições e podem ser caracterizados por desvios padrão experimentais. Os outros componentes, que também podem ser caracterizados por desvios padrão, são avaliados por meio de distribuição de probabilidades assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações.
- 3) Entende-se que o resultado da medição é a melhor estimativa do valor do mensurando, e que todos os componentes da incerteza, incluindo aqueles resultantes dos efeitos sistemáticos, como os componentes associados com correções e padrões de referência, contribuem para a dispersão.

14. Erro (de Medição)

Resultado de uma medição menos o valor verdadeiro do mensurando.

Observações:

- 1) Uma vez que o valor verdadeiro não pode ser determinado, utiliza-se, na prática, um valor verdadeiro convencional.
- 2) Quando for necessário distinguir “erro” de “erro relativo”, o primeiro é, algumas vezes, denominado erro absoluto da medição. Este termo não deve ser confundido com valor absoluto do erro, que é o módulo do erro.

15. Erro Aleatório

Resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade.

Observações:

- 1) Erro aleatório é igual ao erro menos o erro sistemático.
- 2) Em razão de que apenas um finito número de medições pode ser feito, é possível apenas determinar uma estimativa do erro aleatório.

16. Erro Sistemático

Média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando, efetuadas sob condições de repetitividade, menos o valor verdadeiro do mensurando.

Observações:

- 1) Erro sistemático é igual ao erro menos o erro aleatório.

- 2) Analogamente ao valor verdadeiro, o erro sistemático e suas causas não podem ser completamente conhecidos.
- 3) Para um instrumento de medição, ver tendência.

17. Correção

Valor adicionado algebricamente ao resultado não corrigido de uma medição para compensar um erro sistemático.

Observações:

- 1) A correção é igual ao erro sistemático estimado com sinal trocado.
- 2) Uma vez que o erro sistemático não pode ser perfeitamente conhecido, a compensação não pode ser completa.

18. Fator de Correção

Fator numérico pelo qual o resultado não corrigido de uma medição é multiplicado para compensar um erro sistemático.

Observação:

Uma vez que o erro sistemático não pode ser perfeitamente conhecido, a compensação não pode ser completa.

19. Ajuste (de um Instrumento de Medição)

Operação destinada a fazer com que um instrumento de medição tenha desempenho compatível com o seu uso.

Observação:

O ajuste pode ser automático, semi-automático ou manual.

20. Regulagem (de um Instrumento de Medição)

Ajuste, empregando somente os recursos disponíveis no instrumento para o usuário.

21. Exatidão de um Instrumento de Medição

Aptidão de um instrumento de medição para dar respostas próximas a um valor verdadeiro.

Observação:

Exatidão é um conceito qualitativo.

22. Classe de Exatidão

Classe de instrumentos de medição que satisfazem a certas exigências metrológicas destinadas a conservar os erros dentro de limites especificados.

Observação:

Uma classe de exatidão é usualmente indicada por um número ou símbolo adotado por convenção e denominado índice de classe.

23. Erro (de indicação) de um Instrumento de Medição

Indicação de um instrumento de medição menos um valor verdadeiro da grandeza de entrada correspondente.

Observações:

- 1) Uma vez que um valor verdadeiro não pode ser determinado, na prática é utilizado um valor convencional.
- 2) Este conceito aplica-se principalmente quando o instrumento é comparado a um padrão de referência.
- 3) Para uma medida materializada, a indicação é o valor atribuído a ela.

24. Padrão

Medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência.

Exemplos:

- a) Massa padrão de 1 kg;
- b) Resistor padrão de 100 Ω ;
- c) Amperímetro padrão;
- d) Padrão de frequência de césio;
- e) Eletrodo padrão de hidrogênio;

f) Solução de referência de cortisol no soro humano, tendo uma concentração certificada.

Observações:

- 1) Um conjunto de medidas materializadas similares ou instrumentos de medição que, utilizados em conjunto, constituem um padrão coletivo.
- 2) Um conjunto de padrões de valores escolhidos que, individualmente ou combinados, formam uma série de valores de grandezas de uma mesma natureza é denominado coleção padrão.

25. Rastreabilidade

Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente a padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas.

Observações:

- 1) O conceito é geralmente expresso pelo adjetivo rastreável;
- 2) Uma cadeia contínua de comparações é denominada de cadeia de rastreabilidade.

26. Calibração/ Aferição

Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões.

Observações:

- 1) O resultado de uma calibração permite tanto o estabelecimento dos valores do mensurando para as indicações como a determinação das correções a serem aplicadas.
- 2) Uma calibração pode, também, determinar outras propriedades metrológicas como o efeito das grandezas de influência.
- 3) O resultado de uma calibração pode ser registrado em um documento, algumas vezes denominado certificado de calibração ou relatório de calibração.

A calibração é uma comparação de valores indicados por um instrumento de medição qualquer com valores conhecidos, estabelecidos em geral, por padrões.

Exemplo: calibração de balanças com massas padrão, e a aplicação das devidas correções. No caso de dúvidas sobre a regularidade do funcionamento do sistema de medição, fazer um levantamento mais detalhado sobre o seu comportamento.

Por que calibrar?

A calibração dos equipamentos de medição é função importante para a qualidade no processo produtivo e deve ser uma atividade normal de produção.

Proporciona uma série de vantagens tais como:

- Reduzir a variação das especificações técnicas dos produtos.
- Prevenir defeitos.
- Compatibilizar as medições.

Por que realizar ensaios?

Através dos ensaios é possível verificar se os produtos ou processos de fabricação estão de acordo com determinadas normas e especificações técnicas para, em casos de falhas, as empresas realizarem correções que irão beneficiá-las, pelo aumento da competitividade, e aos consumidores pelo acesso a produtos ou serviços que atendem a padrões mínimos de qualidade.

Por que certificar?

A certificação é a garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados.

Avaliar e atestar que um produto ou serviço pessoal atende aos requisitos é um instrumento poderoso para o desenvolvimento da empresa e para a proteção do consumidor.

A certificação significa para a empresa:

- atendimento às exigências do mercado;
- atendimento as necessidades dos clientes;
- confiabilidade dos serviços prestados;

- diferencial frente à concorrência.

Roteiro de calibração

Pode-se sugerir um roteiro básico, que pode ser aplicável à maioria dos casos de calibração, podendo ser alterado para atender aos interesses, aplicações e necessidades de cada empresa. A partir desse roteiro apresentado, pode-se montar um procedimento documentado de calibração, que detalha os principais aspectos que envolvem o processo de calibração.

a) Quais serão os objetivos dos resultados apresentados na calibração?

A calibração deve ser executada conforme a finalidade da execução da calibração, o que é naturalmente, uma consequência do objetivo da utilização do SM. Pode-se adotar critérios como:

- Se o SM deve sofrer apenas regulagem ou ajustes: executar a calibração em alguns pontos ao longo da faixa de medição;
- Se a calibração deve investigar a fundo o comportamento do sistema de medição ao longo de sua faixa de medição: para levantar a curva de erros, é necessária a calibração do SM em muitos pontos ao longo de sua faixa de medição, e deve-se repetir várias vezes a medição em cada ponto, a fim de minimizar a incerteza de medição da calibração do sistema de medição.
- Já para uma avaliação mais completa do SM, recomenda-se executar a calibração em vários pontos ao longo da faixa de medição com diferentes condições de operação, para determinar se variáveis externas ao SM estão tendo influência significativa nos resultados apresentados por ele (exemplo: temperatura).

b) O que será calibrado?

Deve-se identificar as características do SM, como:

- Metrológicas: faixa de medição, divisão de escala, etc.;
- Operacionais: "para que tipo de medições ele será utilizado?", "como será utilizado?";
- Identificação própria: codificação, número de série, número de fabricação, modelo,
- capacidade, valor da divisão de escala, etc.

c) O que será utilizado como padrão?

Deve-se verificar e escolher qual o SM padrão adequado para se efetuar as comparações pertinentes no processo de calibração. Algumas considerações devem ser feitas:

- Para uma calibração adequada, a incerteza do padrão deve ser menor ou igual a 10% da incerteza esperada para o sistema de medição a ser calibrado. Quando essa taxa incerteza não for atingida, deve-se documentar e restringir a utilização do sistema de medição calibrado para determinadas medições;
- O SM padrão deve cobrir a faixa de medição do sistema de medição a ser calibrado.

d) Como será calibrado?

A calibração deve ser executada com a adoção de procedimentos de calibração que sejam baseados em normas técnicas específicas. Com base nessas informações, deve-se criar um procedimento de calibração que seja adequado às necessidades da empresa/cliente. Quando o procedimento documentado não existir, deve-se utilizar outros recursos, como averiguação de normas e manuais operativos, recomendações técnicas de fabricantes ou ainda, de laboratórios de calibração.

A compreensão do funcionamento do SM padrão é primordial para o sucesso dos resultados da calibração. A calibração deve ser muito bem esquematizada, com as instruções passo-a-passo, incluindo tudo o que estiver envolvendo-a, como: condições ambientais, seqüência de operações, montagens a serem executadas, instrumentos auxiliares, coleta de dados e análise de resultados (quando pertinente). Deve-se esquematizar e definir o ensaio, compreendendo a especificação da montagem a ser realizada, dos instrumentos auxiliares a serem envolvidos e da seqüência de operações a serem realizadas, bem como a preparação de uma planilha adequada para coleta de dados.

e) Executando a calibração

Uma vez definido o processo/roteiro de calibração por completo, deve-se segui-lo à risca. Além disso, as condições de ensaio no momento devem ser registradas (condições ambientais, operacionais, etc.). Pode ser que seja constatada alguma anomalia durante a calibração. Neste caso, deve-se registrá-la, pois este tipo de informação pode ser útil para a identificação de prováveis causas de efeitos inesperados que possam ocorrer durante a execução da calibração.

f) Documentando os dados

Os dados coletados devem estar na forma de tabelas e/ou gráficos de forma muito clara, a fim de que se possa interpretar facilmente e de forma singular, evitando-se interpretações dúbias. Além disso, se cálculos forem envolvidos, esses devem ser claramente indicados no registro/certificado.

g) Analisando os resultados

A partir da documentação de dados, pode-se ter os valores indicados e uma curva de erros, e a partir daí, pode-se fazer uma comparação com os valores admissíveis estipulados por normas, procedimentos, etc., dando lugar a um parecer final. Este parecer pode ou não atestar a conformidade do SM calibrado com uma norma ou recomendação técnica. Além disso, pode apresentar observações pertinentes, como: restrições de uso, correções necessárias, instruções complementares de utilização, etc.

Confiabilidade Metrológica

Ter um processo de medição repetitivo e reprodutivo não é suficiente para obter resultados confiáveis.

Adicionalmente, devemos sempre avaliar a “tendência” da medição, ou seja, o quanto o valor médio se afasta do valor verdadeiro convencional .

Laboratório de Metrologia

Nos casos de medição de instrumentos muito precisos, torna-se necessário uma adequação do local de medição à condições específicas de ambiente e alimentação dos equipamentos, esse

local deve satisfazer as seguintes exigências:

- 1 - temperatura constante;
- 2- grau higrométrico correto;
- 3 - ausência de vibrações e oscilações;
- 4 - espaço suficiente;
- 5 - boa iluminação e limpeza.
- 6 - estabilização da tensão elétrica de suprimento.

Temperatura, Umidade, Vibração e Espaço

A Conferencia Internacional do Ex-Comite I.S.A. fixou em 200C a temperatura de calibração dos instrumentos destinados a verificar as dimensões ou formas.

Em conseqüência, o laboratório deverá ser mantido dentro dessa temperatura, sendo tolerável a variação de mais ou menos 10C; para isso, faz-se necessária a instalação de reguladores automáticos. A umidade relativa do ar não devera ultrapassar 55%; e aconselhável instalar um higrostatato (aparelho regulador de umidade); na falta deste, usa-se o CLORETO DE CALCIO INDUSTRIAL, cuja propriedade química retira cerca de 15% da umidade relativa do ar.

Para proteger as máquinas e aparelhos contra vibração do prédio, forra-se a mesa com tapete de borracha, com espessura de 15 a 20 mm, e sobre este se coloca chapa de aço, de 6mm.

No laboratório, o espaço deve ser suficiente para acomodar, em armários, todos os instrumentos e, ainda, proporcionar bem-estar a todos que nele trabalham.

Iluminação e Limpeza

A iluminação deve ser uniforme, constante e disposta, de maneira que evite ofuscamento.

Nenhum dispositivo de precisão deve estar exposto ao pó para que não haja desgastes e para que as partes óticas não fiquem prejudicadas por constantes limpezas. O local de trabalho deverá ser o mais limpo e organizado possível, evitando-se que as peças fiquem umas sobre as outras.

Normas Gerais de Medição

Medição é uma operação simples porem só poderá ser bem efetuada por aqueles que se preparam para tal fim. O aprendizado de medição deverá ser acompanhado por um treinamento, quando o aluno será orientado segundo as normas gerais de medição

Normas gerais de medição:

- 1- Tranqüilidade.

- 2- Limpeza.
- 3- Cuidado.
- 4- Paciência.
- 5- Senso de responsabilidade.
- 6- Sensibilidade.
- 7- Finalidade da posição medida.
- 8- Instrumento adequado.
- 9- Domínio sobre o instrumento.

Recomendações

Os instrumentos de medição são utilizados para determinar grandezas. A grandeza pode ser determinada por comparação e por leitura em escala ou régua graduada.

É dever de todos os profissionais zelar pelo bom estado dos instrumentos de medição, mantendo-o assim por maior tempo sua real precisão.

Evite:

1. choques, quedas, arranhões, oxidação e sujeira;
2. misturar instrumentos;
3. cargas excessivas no uso, medir provocando atrito entre a peça e o instrumento;
4. medir peças cuja temperatura, esteja fora da temperatura de referência;
5. medir peças sem importância com instrumentos caros.

Cuidados:

- 1 - USE proteção de madeira, borracha ou feltro, para apoiar os instrumentos.
- 2- DEIXE a peça adquirir a temperatura ambiente, antes de efetuar medições.

Numa indústria, é usual que diferentes operadores realizem várias medições de uma mesma grandeza. Como por exemplo, o pessoal do Departamento de produção e o pessoal do Departamento da Qualidade. Como os instrumentos e operadores são diferentes, os resultados não são iguais. Isto ocorre devido aos erros intrínsecos aos processos de medição. Desta forma é imprescindível compatibilizar os resultados, para que o resultado obtido seja aceito pelos vários setores, como o mais provável. Os dois departamentos continuarão medindo, sabendo-se porém, que correções devem ser introduzidas para assegurar a compatibilidade dos resultados numericamente diferentes.

“Um homem com um relógio sabe que horas são, um homem com dois já não tem certeza.”

Esta é uma situação comum no dia-a-dia da indústria. Entre departamentos de uma mesma indústria, entre empresa fornecedora e empresa compradora. Reflete a diferença entre as estruturas metrológicas entre departamentos e indústrias. Mais uma vez demonstra-se a necessidade de harmonização das dimensões, utilizando como base as referências metrológicas nacionais.

Rastreabilidade Metrológica



Para cada grandeza física existe uma série de instrumentos e sistemas de medições, em que a cadeia metrológica em forma de pirâmide caracteriza, na base, os instrumentos industriais e, no vértice, os padrões nacionais e internacionais.

Esse é o conceito de rastreabilidade metrológica, fundamental para os sistemas da qualidade, a exemplo do estabelecido pelas normas da família ISO 9000. Nesses sistemas, as calibrações periódicas dos instrumentos que medem e controlam os processos, e dos padrões que servem de referência para as medições, proporcionam confiança nas ações e decisões tomadas a partir dos valores medidos.

Os laboratórios que executam esses serviços devem prover credibilidade a seus resultados e demonstrar sua competência técnica. As práticas internacionais exigem que o laboratório mostre aos clientes e usuários de seus serviços que os certificados de calibração são metrologicamente confiáveis e possuem rastreabilidade metrológica.