

METROLOGIA E ENSAIOS

MEDIÇÃO E ERRO

Prof. Alexandre Pedott
pedott@producao.ufrgs.br

ENG09007 – 2012/2

Medição

- É o conjunto de operações que têm por objetivo determinar o valor de uma grandeza.
- Grandeza é o atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado.
- Medir é um processo experimental pelo qual o valor momentâneo de uma grandeza física é quantificado em termos de unidades de um padrão rastreável.
- Medida é o valor obtido pelo processo de medição para a grandeza considerada.

ENG09007 – 2012/2

Objetivos da Medição

Monitorar

Indicar o valor momentâneo ou acumulado do mensurando.

Controlar

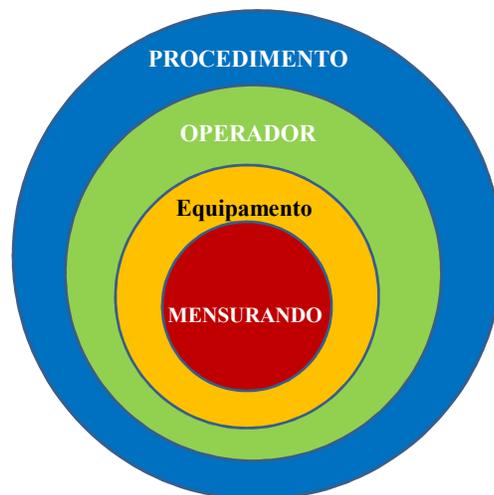
Manter a grandeza dentro dos limites determinados.

Investigar

Usar as medidas como base de dados em pesquisas científicas.

ENG09007 – 2012/2

Sistema de Medição



ENG09007 – 2012/2

Métodos de Medição

Procedimento de Medição

Conjunto de operações, descritas especificamente, usadas na execução de medições particulares de acordo com um dado método. Um procedimento de medição apresenta detalhes suficientes para permitir que um operador execute a medição sem informações adicionais.

ENG09007 – 2012/2

Métodos de Medição

Método de medição

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

- método por substituição – o mensurando é substituído;
- método diferencial – mede-se a diferença entre o mensurando e um padrão;
- método de zero – o mensurando e o padrão são colocados em oposição para obtenção do zero.

ENG09007 – 2012/2

Resultado da Medição

Resolução - Menor diferença entre indicações de um dispositivo mostrador que pode ser significativamente percebida.

Estabilidade - Aptidão de um instrumento em conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo.

Tempo de Resposta - Intervalo de tempo entre o instante em que um estímulo é submetido a uma variação brusca e o instante em que a resposta atinge e permanece dentro de limites especificados em torno do seu valor final estável.

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

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

ENG09007 – 2012/2

Discriminação

(Resolução ou Legibilidade)

É a quantidade de mudança com relação ao valor de referência que um instrumento pode detectar e confiavelmente indicar.

Uma medida da discriminação é dada pelo valor de menor graduação na escala do instrumento.

Regra do Dez: a discriminação de um instrumento deve ser pelo menos um décimo (1/10) do intervalo a ser medido (tolerância ou variação do processo).

ENG09007 – 2012/2

Planejamento de um SM

O planejamento define o caminho a seguir para a construção de um SM. Tem um efeito significativo sobre a qualidade e o desempenho do SM.

O tipo, a complexidade e o propósito do SM podem demandar diferentes níveis de planejamento (APQP).

- Objetivo do processo de medição;
- Ciclo de vida da medição;
- Fluxograma;
- Critérios de seleção de um SM (FMEA);
- Pesquisa de métodos;
- Processo de Aquisição do equipamento.

ENG09007 – 2012/2

Resultado da Medição

É o 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.

ENG09007 – 2012/2

Resultado da Medição

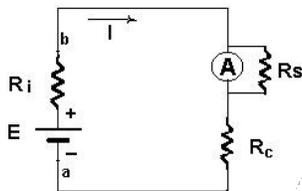
Indicação de um instrumento de medição (I)

É o valor de uma grandeza fornecido por um instrumento de medição;

- O valor lido no dispositivo mostrador pode ser denominado de indicação direta, ele é multiplicado pela constante do instrumento para fornecer a indicação:
- A grandeza pode ser um mensurando, um sinal de medição ou uma outra grandeza à ser usada no cálculo do valor do mensurando.
- Para uma medida materializada a indicação é o valor à ela estabelecido.

ENG09007 – 2012/2

Medição Elétrica



ENG09007 – 2012/2

Medição Dimensional



ENG09007 – 2012/2

Medição Hidrostática e Hidrodinâmica



Manômetro
(mede pressões em
recipientes fechados
como gases e líquidos)

Barômetro
de mercúrio



ENG09007 – 2012/2

14

Medição de Temperatura



ENG09007 – 2012/2

Medição de Massa



ENG09007 – 2012/2

Sistemas de Medição

Exercício:
Fabricante de barras e tubos
metálicos.
(Alumínio, Ferro, Aço, Cobre)



Característica	Especificação	Equipamento de Medição	Faixa / Amplitude

ENG09007 – 2012/2

Erro de Medição

É o resultado de uma medição menos o valor verdadeiro (VV) do mensurando.

$$E = I - VV$$

Observações:

- Uma vez que o valor verdadeiro não pode ser determinado, utiliza-se na prática um valor verdadeiro convencional (VVC).
- 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.

Desvio é o valor da medida menos seu valor de referência.

ENG09007 – 2012/2

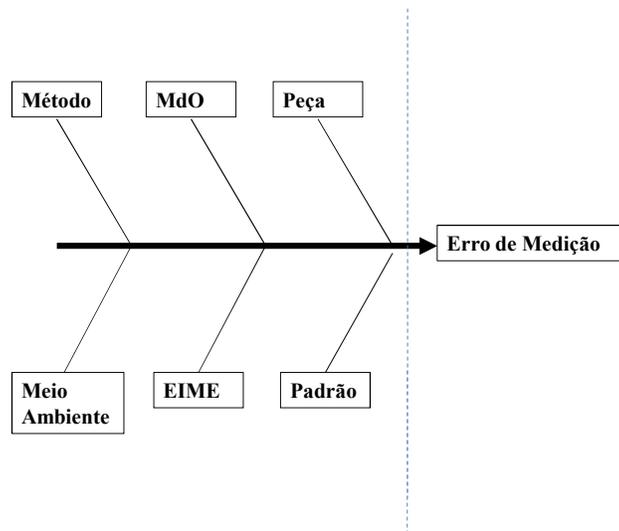
Incerteza de Medição

É o parâmetro associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando.

- O parâmetro pode ser, por exemplo, um desvio padrão, ou a metade de um intervalo de confiança estabelecido;
- As componentes da incerteza de medição podem ser estimadas com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições e podem ser caracterizados por desvios padrão experimentais ou por meio de distribuição de probabilidade assumidas baseadas na experiência ou em outras informações;
- O resultado da medição é a melhor estimativa do valor do mensurando e que todos os componentes da incerteza contribuem para a dispersão.

ENG09007 – 2012/2

Fontes de Erro de Medição



ENG09007 – 2012/2

Componentes do Erro de Medição

$$E = ES + EA + EG$$

➤ **Erro Sistemático (ES) ou de tendência**

É o erro médio presente em todas as medições efetuadas sob condições idênticas causado pelo instrumento ou ambiente.

➤ **Erro Aleatório (EA) Repetitividade**

É a diferença entre o valor medido e o esperado (média) das repetições.

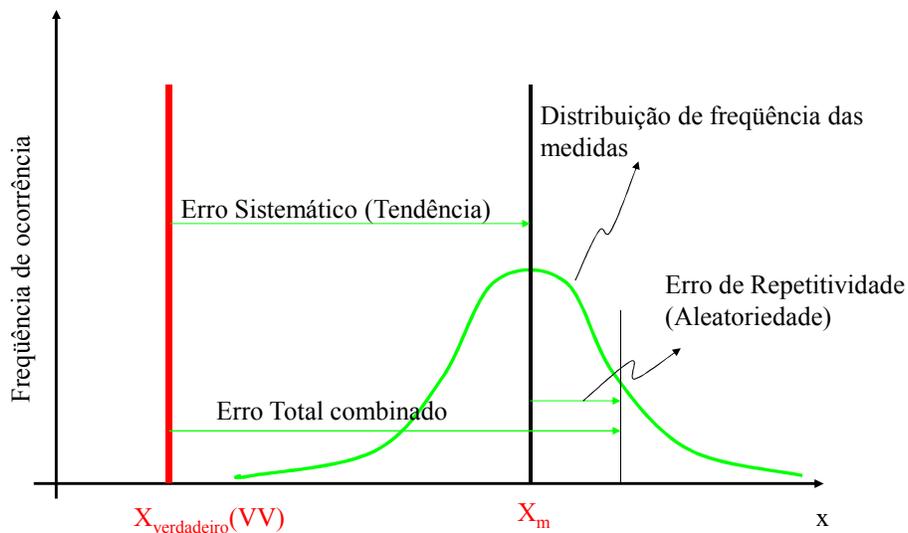
Pode ser dado por $EA = E - ES$, ou em função do n° de desvios padrões.

➤ **Erro Grosseiro (EG)**

É o erro decorrente do uso errado do equipamento (erro de leitura, dano).

ENG09007 – 2012/2

Componentes do Erro de Medição



ENG09007 – 2012/2

Precisão e Exatidão



ENG09007 – 2012/2

Erro de Medição

Ações Corretivas:

Erro Sistemático: calibração e ajuste.

Erro Grosseiro: Padronização,
treinamento e reparo

Erro Aleatório: **Análise de Sistemas
de Medição (MSA)**



Em problemas de medição, o erro sistemático não é um fator tão crítico quanto o aleatório.

ENG09007 – 2012/2

Capacidade de um SM



A capacidade do SM é requisito básico para a melhoria da qualidade.

Programas de Controle Estatístico de Processo e de Projetos de Experimentos dependem da capacidade do SM.

A capacidade do SM é dada pelo erro aleatório em um curto período de tempo.

A capacidade do SM permite diferenciar a variabilidade da medida originada no objeto de medição daquela causada pelo SM.

ENG09007 – 2012/2

Capacidade de um SM

Um instrumento de medição perfeitamente calibrado pode ser totalmente incapaz para medir um produto ou controlar um processo.

Sistemas de medição defeituosos ou não apropriados podem reduzir os benefícios dos programas de controle e melhoria da qualidade.

Após a medição, determina-se a situação em que um produto se encontra.

O produto pode ser considerado dentro da especificação ou fora da especificação, conforme o valor medido.

ENG09007 – 2012/2

Planejamento de um SM

O planejamento define o caminho a seguir para a construção de um SM. Tem um efeito significativo sobre a qualidade e o desempenho do SM.

O tipo, a complexidade e o propósito do SM podem demandar diferentes níveis de planejamento (APQP).

- Objetivo do processo de medição;
- Ciclo de vida da medição;
- Fluxograma;
- Critérios de seleção de um SM (FMEA);
- Pesquisa de métodos;
- Processo de Aquisição do equipamento.

ENG09007 – 2012/2

Exercício

ESTUDO DE UM OHMÍMETRO



ENG09007 – 2012/2

METROLOGIA E ENSAIOS

MEDIÇÃO E ERRO

Prof. Alexandre Pedott
pedott@producao.ufrgs.br

ENG09007 – 2012/2