

**PROGRAMA DE DISCIPLINA**Disciplina: **Metrologia**

Código da Disciplina: NDC175

Curso: Engenharia Mecânica

Semestre de oferta da disciplina:

Faculdade responsável: Núcleo de Disciplinas Comuns

Programa em vigência a partir de: 2010\_1

Número de créditos: 04

CH:60

HA: 72

**EMENTA:**

Metrologia Dimensional: Erros de medição, curvas de erros, características metrológicas dos instrumentos ou sistemas de medição. Resultado da medição. Tolerância e Ajustes, sistema de tolerância e ajustes ISSO-ABNT, aplicação para os sistemas de ajustes mais comuns de ajustes e calibradores. Atividades práticas com instrumentos de medição.

**OBJETIVOS GERAIS:**

- Fornecer ao aluno o conhecimento a respeito dos sistemas de medição e de suas principais características.
- Fornecer ao aluno o conhecimento teórico e prático a respeito dos principais instrumentos de medidas lineares e angulares e demais aparatos metrológicos (calibradores, blocos padrão, etc).
- Fornecer ao aluno o conhecimento sobre controle dimensional na indústria (tolerâncias, ajustes, desvios de forma e de posição, etc).

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Conhecer as características e propriedades dos sistemas de medição
- Calcular erros de sistemas de medição
- Conhecer os procedimentos de calibração de um sistema de medição
- Representar de forma técnica e científica o resultado da medição.
- Calcular campo de tolerâncias e especificá-los de acordo com as condições de ajuste.

## **CONTEÚDO (Tópicos):**

### **I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

- 1.1. A importância da medição
- 1.2. Um breve histórico da medição
  - 1.2.1. O sistema inglês

### **II. CONCEITOS FUNDAMENTAIS**

- 2.1. Metrologia
- 2.2. Instrumentação
- 2.3. O que é medir?
- 2.4. A operação de medição
- 2.5. Leitura (L) ou indicação direta e medida (M) ou indicação
- 2.6. O resultado da medição (RM)

### **III. UNIDADES E PADRÕES – SISTEMA INTERNACIONAL (SI)**

### **IV. O SISTEMA DE MEDIÇÃO**

- 4.1. O sistema generalizado de medição
  - 4.1.1. Sensor/transdutor
  - 4.1.2. Unidade de tratamento de sinal (UTS)
  - 4.1.3. Dispositivo mostrador
- 4.2. Métodos básicos de medição
  - 4.2.1. O método da indicação ou deflexão
  - 4.2.2. O método da zeragem ou compensação
  - 4.2.3. O método diferencial
  - 4.2.4. Análise comparativa
- 4.3. Parâmetros característicos do sistema de medição
  - 4.3.1. Faixa de indicação
  - 4.3.2. Faixa de medição
  - 4.3.3. Valor de uma divisão (de escala) (VD)
  - 4.3.4. Incremento digital (ID)
  - 4.3.5. Resolução (R)
  - 4.3.6. Erro sistemático (Es)
  - 4.3.7. Repetitividade (Re) de um SM
  - 4.3.8. Característica de Resposta Nominal (CRn)
  - 4.3.9. Característica de resposta real (CRr)
  - 4.3.10. Curva de erro (CE)
  - 4.3.11. Correção (C)
  - 4.3.12. Erro máximo (Emáx)
  - 4.3.13. Sensibilidade (Sb)
  - 4.3.14. Estabilidade da sensibilidade (ESb)
  - 4.3.15. Estabilidade do Zero (Ez)
  - 4.3.16. Histerese (H)
  - 4.3.17. Erro de linearidade (EL)
  - 4.3.18. Precisão e Exatidão
- 4.4. Representação absoluta versus relativa
  - 4.4.1. Apresentação em termos absolutos
  - 4.4.2. Apresentação em termos relativos (erro fiducial)

## **V.O ERRO DE MEDIÇÃO**

- 5.1.A convivência com o erro
- 5.2.Tipos de erros
  - 5.2.1.O erro sistemático
  - 5.2.2.O erro aleatório
  - 5.2.3.O erro grosseiro
  - 5.2.4.Exemplo
- 5.3.Estimação dos erros de medição
  - 5.3.1.Erro sistemático/Tendência/Correção
  - 5.3.2.Erro aleatório
  - 5.3.3.Exemplo de determinação da tendência e repetitividade
  - 5.3.4.Curva de erros de um sistema de medição
  - 5.3.5.Erro máximo do sistema de medição
- 5.4.Incerteza
- 5.5. Fontes de erros
- 5.6. Minimização do erro de medição
  - 5.6.1.Modelação correta do processo de medição
  - 5.6.2.Seleção correta do SM
  - 5.6.3.Adequação do erro máximo do sistema de medição
  - 5.6.4.Calibração do sistema de medição
  - 5.6.5.Avaliação das influências das condições de operação do SM
  - 5.6.6.Calibração “in loco” do sistema de medição

## **VI.CALIBRAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO**

- 6.1.Operações básicas para qualificação de sistemas de medição
  - 6.1.1.Calibração
  - 6.1.2.Ajuste
  - 6.1.3.Regulagem
  - 6.1.4.Verificação
- 6.2.Destino dos resultados de uma calibração
- 6.3. Métodos de calibração
  - 6.3.1.Calibração direta
  - 6.3.2.Calibração indireta
  - 6.3.3.Padrões de calibração
- 6.4.Procedimento geral de calibração
- 6.5.Esquematização de um procedimento geral de calibração

## **VII. RESULTADO DA MEDIÇÃO**

- 7.1. Mensurando invariável versus variável
- 7.2. Uma medida x várias medidas
- 7.3. Avaliação do resultado da medição de um mensurando variável
  - 7.3.1.Compensando efeitos sistemáticos
  - 7.3.2.Não compensando efeitos sistemáticos
- 7.4. Avaliação do resultado da medição de um mensurando variável
  - 7.4.1.Compensando efeitos sistemáticos
  - 7.4.2.Não compensando efeitos sistemáticos
- 7.5. Quadro geral

## **VIII.TOLERÂNCIAS E AJUSTES**

- 8.1. Introdução
- 8.2. Tolerâncias

- 8.2.1.Tolerância dimensional
- 8.2.2.Terminologia básica de tolerância
- 8.2.3.Sistema de tolerância
- 8.2.4.Qualidade de trabalho
- 8.3. Ajustes
  - 8.3.1.Sistemas de ajustes
  - 8.3.2.Escolha do ajuste
  - 8.3.3.Determinação do par furo/eixo segundo a NB-86 que satisfaça uma condição funcional
  - 8.3.4.Obtenção da condição funcional para ajuste com interferência
  - 8.3.5.Ajuste prensado
  - 8.3.6.Ajuste fretado

## **AULAS PRÁTICAS**

### **I.INSTRUMENTOS SIMPLES DE MEDIDAS LINEARES E ANGULARES**

- 1.1. Régua graduada, metro e trena
- 1.2. Esquadro de centrar
- 1.3. Esquadro universal
- 1.4. Paquímetros
- 1.5. Traçador de alturas
- 1.6. Micrômetros
- 1.7. Relógio comparador
- 1.8. Transferidor
- 1.9. Goniômetro

### **II.BLOCOS-PADRÃO**

- 2.1. Bloco padrão protetor
- 2.2. Classificação
- 2.3. Erros admissíveis
- 2.4. Técnica de empilhamento
- 2.5. Blocos e acessórios

## **ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

- Aulas expositivas (teoria, exemplos e exercícios de fixação). Recursos: data show, quadro, calculadora e livros.
- Levantamento do conhecimento prévio dos estudantes.
- Proposição e resolução de problemas enfatizando os conteúdos trabalhados, procurando contemplar situações do mundo real para que os alunos desenvolvam a capacidade de contextualização.
- Utilização de vídeos com processos métodos de medição para fixação de conceito.

## **FORMAS DE AVALIAÇÃO:**

- Listas de exercícios.
- Avaliação contínua da participação durante a aula.
- Avaliação escrita.
- Trabalho em grupo/ apresentação de seminários.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA:**

ALBERTAZZI, A. G. Jr., DE SOUZA, A. R. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. Manole Ltda, 2008.

GUEDES, P. **Metrologia Industrial**. Editora ETEP. 2012.

LIRA, F. A. **Metrologia na Indústria**. Editora Érica. 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

- AGOSTINHO, O. L., RODRIGUES, A. C., LIRANI, J. **Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise de Dimensões**. Editora Edgard Blücher Ltda, 8ª Reimpressão, 2005.
- BALBINOT, A. e BRUSAMARELLO, V.J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2006, Volume I.
- GONÇALVES JR., A. A. **Metrologia Parte I** – Apostila didática do Laboratório de Metrologia e Automatização, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.
- **PROVENZA, F.** Desenho de Máquinas, **Vols. 2, 3 e 4**. Editora Pro-Tec, 1980
- SECCO, A. R., VIEIRA, E., GORDO, N. **Telecurso 2000 Profissionalizante – Mecânica – Metrologia**. Ed. Globo, 2000.

Aprovado pelo Conselho da Faculdade em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Assinatura e carimbo da Direção da Faculdade**