

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: METROLOGIA INDUSTRIAL

Código da Disciplina: EMC406

Curso: Engenharia Mecânica

Semestre de oferta da disciplina: 1/2025

Faculdade responsável: Engenharia Mecânica

Programa em vigência a partir de: 2024/02

Número de créditos: 04

Carga Horária total: 60

Horas aula: 72

EMENTA:

Metrologia: 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 (Considerar habilidades e competências das Diretrizes Curriculares Nacionais e PPC):

- 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).
- Fornecer ao aluno o conhecimento sobre os principais sistemas de calibração e os equipamentos utilizados.

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
 - 8.2.3.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

Os conteúdos serão trabalhados, privilegiando:

- levantamento do conhecimento prévio dos estudantes com instrumentos de medição;
- Exposição oral / dialogada e aulas práticas em laboratório;
- Leituras e estudos dirigidos;
- Atividades escritas individuais e em grupos;

FORMAS DE AVALIAÇÃO:

- Listas de exercícios.
- Avaliação contínua da participação durante a aula de laboratório.
- Avaliação escrita.
- Trabalho em grupo/ apresentação de projetos.
- Avaliação utilizando software de simulação de instrumentos de medição.

REFERÊNCIAS BÁSICAS

ALBERTAZZI, Armando Fundamentos de metrologia científica e industrial / Armando Albertazzi, André Roberto de Sousa. --2. ed. --Barueri, SP: Editora Manole, 2018.

LIRA, F.A.de. Metrologia Dimensional- Técnicas de Medição e Instrumentos para Controle e Fabricação Industrial. Editora Érica, 1ª Edição, 2015.

MENDES, Alexandre. Metrologia e incerteza de medição: conceitos e aplicações / Alexandre Mendes, Pedro Paulo Novellino do Rosário. - 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2020.

SILVA NETO, João Cirilo da. Metrologia e controle dimensional: conceitos, normas e aplicações / João Cirilo da Silva Neto. - 2. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

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 Automação, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

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

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



UniRV

Universidade de Rio Verde

Universidade de Rio Verde

Credenciada pelo Decreto nº 5.971 de 02 de Julho de 2004

Fazenda Fontes do saber
Campus Universitário
Rio Verde - Goiás

Cx. Postal 104 - CEP 75901-970
CNPJ 01.815.216/0001-78
I.E. 10.210.819-6

Fone: (64) 3611-2200
www.unirv.edu.br