

## PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: Metrologia	Código da Disciplina: NDC 175	
Curso: Engenharia de Produção	Semestre de oferta da disciplina: 7º	
Faculdade responsável: Núcleo de Disciplinas Comuns (NDC)		
Programa em vigência a partir de: 01/2012		
Número de créditos: 03	Carga Horária total: 45	Hora Aula: 54

### 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:

- 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.



## **CONTEÚDOS:**

### **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. Estimativa 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
- Exposição oral / dialogada
- Discussões, debates e questionamentos
- Resolução de exercícios e situações problema
- Leituras e estudos dirigidos
- Atividades escritas individuais e em grupos
- Demonstrações práticas

### **FORMAS DE AVALIAÇÃO:**

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

## **BIBLIOGRAFIA BÁSICA:**

LIRA, Francisco Adval de. **Metrologia Dimensional – Técnicas de medição e Instrumentos para Controle e Fabricação Industrial**. Editora Erica, 1ª Edição, 2015.

SILVA NETO, João Cirilo Da. **Metrologia e Controle Dimensional**. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação industrial: Conceitos, Aplicações e Análises**. São Paulo, 7ª Edição, Editora Erica, 2010.

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

AGOSTINHO, O. L., RODRIGUES, A. C., LIRANI, J. **Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise de Dimensões**. Editora Edgard Blücher Ltda, 8ª Reimpressão, 2005.

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.

SECCO, A. R., VIEIRA, E., GORDO, N. **Telecurso 2000 Profissionalizante – Mecânica – Metrologia**. Ed. Globo, 2000.

PROVENZA, F. **Desenho de Máquinas**, Vols. 2, 3 e 4. Editora Pro-Tec, 1980.

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

**Assinatura e carimbo da Direção da Faculdade**