

4-067 - Metrologia

Plano de Aula - 24 Aulas (Aulas de 1 Hora).



Aula 1

Capítulo 1 - Introdução

1.1. O que é Metrologia	23
1.2. Por que Medir?.....	24
1.3. Metrologia e Controle Dimensional na Indústria	27
1.4. Tipos e Objetivos da Metrologia	30
1.5. Órgãos e Publicações Importantes	30
1.5.1. Publicações	34
1.5.2. Institutos de Normalização	35

Aula 2

Capítulo 2 - Sistema de Medidas

2.1. O que é Medir?.....	41
2.2. História das Unidades de Medida	42
2.3. Sistema Internacional de Unidades (SI)	46
2.3.1. Unidades de Base.....	46
2.3.2. Unidades Derivadas Expressas a Partir das Unidades Base	48
2.3.3. Unidades com Nomes e Símbolos Especiais.....	49
2.3.4. Múltiplos e Submúltiplos Decimais das Unidades do SI	52
2.4. Conversão Entre Múltiplos e Submúltiplos de uma Unidade.....	57
2.5. Conversão Entre Múltiplos e Submúltiplos de Unidades que Acompanham um Expoente	59
2.6. Unidades Fora do SI	60

Aula 3

Capítulo 2 - Sistema de Medidas

2.7. Sistema Imperial de Unidades e Sistema Usual de Unidades dos EUA.....	62
2.8. A Polegada	66
2.8.1. Polegada Ordinária	66
2.8.2. Polegada Fracionária	66
2.8.3. Conversão	68
2.8.3.1. Conversão de Polegada Fracionária em Ordinária	68
2.8.3.2. Conversão de Polegada Ordinária em Fracionária	68
2.8.3.3. Conversão de Milímetros em Polegada Ordinária e de Polegada Ordinária em Milímetros.....	69
2.8.3.4. Conversão de Milímetros em Polegada Fracionária e de Polegada Fracionária em Milímetros.....	70

Aula 4

Capítulo 3 - Técnicas e Fontes de Erro na Medição

3.1. Terminologia Básica	79
3.2. Recomendações para Seleção de Instrumentos.....	85
3.2.1. Campo de Tolerância	86
3.3. Fontes de Erro de Medição	90
3.3.1. Variação de Temperatura.....	90
3.3.2. Força de Medição.....	93
3.3.3. Erros de Forma da Peça	93
3.3.4. Forma de Contato.....	94
3.3.5. Erro de Paralaxe.....	95
3.3.6. Estado de Conservação do Instrumento.....	96
3.3.7. Habilidade do Operador	97
3.4. Cuidados para Minimizar os Erros	97
3.4.1. Limpeza Manutenção e Armazenagem	101

Aula 5

Capítulo 4 - Instrumentos Para Medição Direta

4.1. Régua	107
4.1.1. Nomenclatura	108

4.1.2. Resolução/Valor de uma Divisão	108
4.1.3. Leitura	108
4.1.4. Recomendações e Cuidados	109
4.1.5. Calibração e Ajuste	110
4.1.6. Tipos	111
4.2.1. Nomenclatura	112
4.2.2. Leitura	112
4.2.3. Recomendações e Cuidados	113
4.2.4. Calibração e Ajuste	113
4.2.5. Tipos	113

Aula 6

Capítulo 4 - Instrumentos Para Medição Direta

4.3. Paquímetro	114
4.3.1. Nomenclatura	115
4.3.2. Resolução	116
4.3.3. Leitura	118
4.3.3.1. Leitura com Paquímetro com Relógio	121
4.3.4. Recomendações e Cuidados com o Paquímetro	122
4.3.5. Calibração e Ajuste	124
4.3.6. Tipos de Paquímetros	124
4.3.6.1. Paquímetro Universal	124
4.3.6.2. Paquímetro com Ajuste Fino	125
4.3.6.3. Paquímetro Prismático	125
4.3.6.4. Paquímetro com Relógio	125
4.3.6.5. Paquímetro para Serviços Pesados	125
4.3.6.6. Paquímetro para Medição de Profundidade	126
4.3.6.7. Paquímetros de Medição e Formas Especiais	126
4.3.6.8. Paquímetro com Escala Dupla	127
4.3.6.9. Paquímetros Digitais	127

Aula 7

Capítulo 4 - Instrumentos Para Medição Direta

4.4. Calibrador Traçador de Alturas	128
4.4.1. Nomenclatura	129
4.4.2. Resolução/Valor de uma Divisão	129
4.4.3. Leitura	130
4.4.4. Recomendações e Cuidados com o Traçador de Altura	130
4.4.5. Erro Máximo Admissível	131
4.4.6. Calibração e Ajuste	132
4.4.7. Tipos de Calibradores Traçadores de Altura	132
4.4.7.1. Calibradores de Altura de Alta Exatidão	133

Aula 8

Capítulo 4 - Instrumentos Para Medição Direta

4.5. Micrômetros	134
4.5.1. Nomenclatura e Princípio de Funcionamento	135
4.5.2. Resolução	137
4.5.3. Leitura com Micrômetro	138
4.5.3.1. Ajuste do Zero	138
4.5.3.2. Fazendo a Medição	139
4.5.4. Recomendações e Cuidados com o Micrômetro	141
4.5.5. Calibração	142
4.5.5.1. Planeza das Superfícies de Medição	142
4.5.5.2. Paralelismo das Superfícies de Medição	142
4.5.5.3. Erro Máximo Admissível	143
4.5.6. Tipos	143
4.5.6.1. Micrômetros Externos	144
4.5.6.2. Micrômetros Internos	145
4.5.6.3. Micrômetro de Profundidade	146
4.5.6.4. Micrômetros Especiais	146
4.5.6.5. Cabeçote Micrométrico	147

Aula 9

Capítulo 5 - Medição por Comparação e de Ângulos

5.1. Relógio Comparador	157
-------------------------------	-----

5.1.1. Nomenclatura e Princípio de Funcionamento	158
5.1.2. Resolução e Exatidão	159
5.1.3. Leitura	159
5.1.4. Aplicações	161
5.1.5. Medição por Comparação	161
5.1.6. Acessórios	163
5.1.7. Recomendações e Cuidados com o Relógio Comparador	163
5.1.8. Calibração	164
5.1.9. Tipos de Relógios Comparadores	166

Aula 10

Capítulo 5 - Medição por Comparação e de Ângulos

5.2. Relógio Apalpador	167
5.2.1. Nomenclatura e Princípio de Funcionamento	167
5.2.2. Resolução e Exatidão	168
5.2.3. Leitura	168
5.2.4. Medição com Relógio Apalpador	168
5.2.4.1. Medição por Comparação	169
5.2.4.2. Medição de Erros Geométricos	169
5.2.5. Recomendações e Cuidados com o Relógio Apalpador	170
5.2.6. Calibração	171
5.2.7. Tipos	171

Aula 11

Capítulo 5 - Medição por Comparação e de Ângulos

5.3. Utilização do Relógio Apalpador em Conjunto com um Traçador de Alturas	172
5.3.1. Medições Simples com o Traçador	172
5.3.2. Medição de Diâmetro e Coordenada Central de Furos	172
5.3.3. Medição de Erros Geométricos	174
5.4. Comparador de Diâmetro Interno	175
5.4.1. Nomenclatura e Funcionamento	175
5.4.2. Medição com o Comparador de Diâmetros Internos	176
5.4.3. Recomendações e Cuidados	178
5.4.4. Calibração	179
5.4.5. Tipos	179

Aula 12

Capítulo 5 - Medição por Comparação e de Ângulos

5.5. Instrumentos para Medição de Ângulo	179
5.5.1. Transferidor Simples	180
5.5.2. Transferidor de Ângulos Universal ou Goniômetro	181
5.5.2.1. Resolução/Valor de uma Divisão	182
5.5.2.2. Medição com o Transferidor de Ângulos Universais	182
5.5.3. Recomendações e Cuidados com Transferidores	183
5.6. Outros Instrumentos	183

Aula 13

Capítulo 6 - Padrões e Calibradores

6.1. Padrão de Medição	193
6.2. Pino Padrão	194
6.2.1. Utilização de Pino Padrão no Controle de Medidas	194
6.2.2. Calibração e Ajuste de Zero em Instrumentos	195
6.2.3. Medição Indireta	195
6.2.3.1. Distância Entre Centros de Furos	196
6.2.3.2. Medição de Profundidade de Superfícies em Ângulo	197
6.3. Anel Padrão	198

Aula 14

Capítulo 1 - Nome do Capítulo

6.4. Bloco Padrão	199
6.4.1. Classificação dos Blocos Padrão	201
6.4.2. União por Mútua Adesão	202
6.4.3. Como Formar uma Pilha de Blocos Padrão	203
6.4.4. Aplicações	205
6.4.5. Calibração	206
6.4.6. Cuidados com os Blocos Padrão	206

6.5. Desempeno	207
----------------------	-----

Aula 15

Capítulo 7 - Durômetro

7.1. O que é Dureza?	215
7.1.1. Conceitos Práticos	215
7.2. Dureza Mohs (1812)	216
7.3. Aplicações de Dureza	217
7.4. Métodos de Ensaio	218
7.5. Dureza Brinell	218
7.5.1. Vantagens e Desvantagens	221
7.6. Dureza Rockwell	222
7.6.1. Tipos de Durômetros Rockwell	224

Aula 16

Capítulo 7 - Durômetro

7.7. Dureza Vickers	225
7.8. Dureza Knoop	227
7.9. Microdureza Vickers e Knoop	228
7.10. Indicações de Escalas	228
7.11. Conversão de Escalas	229
7.12. Calibração	229

Aula 17

Capítulo 8 - Máquina de Medir por Coordenadas

8.1. Princípios de Funcionamento	238
8.1.1. Nomenclatura	241
8.1.2. Características Mecânicas	242
8.1.3. Sistema de Movimentação de Máquina	242
8.1.4. Sistema de Apalpamento	242
8.1.4.1. Cabeçote de Medição	243
8.1.4.2. Sensor	244
8.1.4.3. Pontas e Extensões	245
8.1.5. Movimento Manual X CNC	246

Aula 18

Capítulo 8 - Máquina de Medir por Coordenadas

8.2. Aplicações	247
8.2.1. Dimensionamento Geométrico	247
8.2.2. Análise de Perfis	248
8.2.3. Digitalização	248
8.2.4. Comparação de Superfícies	249
8.3. Tipos	249
8.4. Exatidão	251

Aula 19

Capítulo 9 - Equipamentos Óticos

9.1. Projetor de Perfil	257
9.1.1. Características de Funcionamento	257
9.1.2. Sistemas de Projeção	259
9.1.2.1. Projeção Diascópica (Contorno)	259
9.1.2.2. Projeção Episcópica (Superfície)	259
9.1.3. Medição de Roscas	260
9.1.4. Especificações de um Projetor	261
9.1.4.1. Tamanho da Tela e Ampliação das Lentes	261
9.1.4.2. Óptica	261
9.1.4.3. Projeção Vertical ou Horizontal	262
9.1.4.4. Mesa de Trabalho	262
9.1.4.5. Leitura Digital Eletrônica	263
9.1.4.6. Detecção Automática de Aresta	263
9.1.4.7. Software de Medição	263
9.1.4.8. Exatidão	264

Aula 20

Capítulo 9 - Equipamentos Óticos

9.1.5. Tipos	264
--------------------	-----

9.1.6. Conservação.....	265
9.2. Microscópio de Medição.....	265
9.2.1. Funcionamento.....	265
9.2.2. Lentes.....	266
9.2.3. Utilização	267
9.2.4. Características Técnicas	267
9.2.4.1. Ampliação Total	268
9.2.4.2. Distância Focal e Distância de Trabalho (WD)	268
9.2.4.3. Profundidade de Foco	268
9.2.5. Tipos.....	269
9.3. Máquina de Medir por Processamento de Imagem	270
9.4. Escolha de Equipamentos para Medição Ótica	272
9.5. Calibração de Equipamentos Óticos.....	273

Aula 21

Capítulo 10 - Rugosímetro

10.1. Rugosidade.....	279
10.2. Influência da Rugosidade.....	280
10.3. Configuração do Rugosímetro para Medição	281
10.3.1. Perfil.....	281
10.3.2. Cutoff ou Comprimento de Amostragem	281
10.3.3. Comprimento para Avaliação.....	283
10.3.4. Parâmetros de Rugosidade	284

Aula 22

Capítulo 10 - Rugosímetro

10.4. Normas e Simbologia.....	287
10.5. Equipamentos.....	292
10.5.1. Rugosímetros Portáteis.....	293
10.5.2. Rugosímetros de Bancada.....	294

Aula 23

Capítulo 11 - Tolerância Dimensional e Geométrica

11.1. Tolerância Dimensional	299
11.1.1. Exemplo de Indicação de Tolerância	300
11.1.2. Indicações de Tolerância	301
11.1.3. Tolerância de Ajuste.....	302
11.1.4. Tolerância ISO (ABNT NBR 6158).....	302
11.1.4.1. Campo de Tolerância.....	302
11.1.4.2. Qualidade de Trabalho	303
11.1.4.3. Grupos de Dimensões	303
11.1.4.4. Ajustes.....	303

Aula 24

Capítulo 11 - Tolerância Dimensional e Geométrica

11.2. Tolerância Geométrica de Forma e Posição.....	304
11.2.1. Cota Básica	307
11.2.2. Interpretação da Tolerância	307